

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ**  
**ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**Збірник**  
**праць молодих науковців**  
**ЦНТУ**

Випуск 14, ч.2



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Збірник  
праць молодих науковців  
ЦНТУ**

Випуск 14  
Частина 2

Кропивницький – 2024

Збірник праць молодих науковців ЦНТУ. – Вип. 14, ч.2. – Кропивницький: ЦНТУ, 2024 – 572 с.

Збірник праць молодих науковців складається зі змісту, статей та тез здобувачів вищої освіти по матеріалам дипломних робіт.

Організаційний комітет:

Голова – А. Кириченко, проректор

Редакційна колегія:

В Кропівний	канд. техн. наук, професор (головний редактор)
А. Тихий	канд. техн. наук, доцент (заступник головного редактора)
Л. Резнік	відповідальний секретар
Р. Жовновач	д-р. екон. наук, професор
В. Мажара	канд. техн. наук, доцент
С. Магопець	канд. техн. наук, доцент
О. Медведєва	канд. біол. наук, доцент
М. Мостіпан	канд. біол. наук, універс-професор
І. Миценко	д-р. екон. наук, професор
О. Магопець	канд. екон. наук, доцент
В. Настоящий	канд. техн. наук, універс-професор
В. Орлик	д-р. іст. наук., професор
О. Дідик	канд. техн. наук, доцент
В. Миценко	канд. пед. наук, доцент
А. Гречка	канд. техн. наук, доцент
В. Сибірцев	д-р. екон. наук, професор
П. Плешков	канд. техн. наук, універс-професор
О. Васильковський	канд. техн. наук, професор
В. Зайченко	д-р. екон. наук, доцент
О. Смірнов	д-р. техн. наук, професор

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять дані, які не підлягають відкритій публікації. Друкується в оригіналі згідно поданих робіт.

© Центральноукраїнський національний технічний університет

УДК 004

І.Дем'янов, магістр гр. КІ-22МЗ

Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО НАВЧАННЯ З УРАХУВАННЯМ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗДІБНОСТЕЙ КОРИСТУВАЧІВ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів. Об'єктом дослідження є процес комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів. Предметом дослідження є методи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерного навчання, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Системи дистанційного навчання або іншими словами комп'ютерного навчання (КН), знаходять все більше використання, оскільки все більше організацій застосовують дистанційне навчання та електронне навчання. Ви також можете легко створювати та розповсюджувати віртуальні навчальні заходи та курси в масштабі, щоб зміцнити навички та таланти своїх співробітників.

У зв'язку з тим, що через пандемію та повномасштабне вторгнення все працює в Інтернеті, а більшість співробітників працюють вдома, для успішного дистанційного навчання та розвитку необхідно внести численні зміни. Оскільки все більше і більше співробітників стикаються з втомою від Zoom і почуттям ізоляції, вам потрібно буде творчо підійти до корпоративного управління навчанням, щоб отримати максимальну віддачу від своїх занять або навчальної діяльності та переконатися, що працівники здатні сприймати та зберігати інформацію.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів.
- Дослідження системи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів.
- Програмна реалізація системи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів.

*Об'єктом дослідження* є процес комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів.



*Предметом дослідження є методи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів.*

*Методи дослідження базуються на методах комп'ютерного навчання, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.*

**Виклад основного матеріалу.** Комп'ютерне навчання – це будь-який вид комп'ютерного навчання, при якому студент фізично не присутній у класі. Студент може бути де завгодно під час навчання. Комп'ютерне навчання – це навчання студентів онлайн. З роками КН стало альтернативним способом викладання та навчання. Це стало ще одним місцем навчання та навчання.

Гнучке навчання – це навчальні втручання та надання програм з урахуванням унікальних потреб учня, які можуть включати або не передбачати використання технологій. КН пропонується у двох формах: онлайн-комп'ютерне навчання (ОКН) і модульне комп'ютерне навчання (МКН). Але більшість батьків і учнів віддали б перевагу ОКН, вважаючи та сподіваючись, що взаємодія між учнями та вчителем може забезпечити навчання.

КН стало новою нормою в освіті в країні. Це забезпечує навчальні інтервенції, які вчителі можуть використовувати під час пандемії. Це стало стрибком для шкіл, оскільки вони пропонували КН своїм зацікавленим сторонам. Однак у цій роботі ми зосередимося лише на комп'ютерному онлайн-навчанні.

Цей тип КН може бути синхронним або асинхронним навчанням. Синхронне навчання – це навчання на відстані шляхом відвідування занять практично за звичайним розкладом, тоді як асинхронне навчання – це навчання у своєму темпі та за розкладом, але протягом певного періоду часу.

Учням, які навчаються синхронно, радимо відвідувати онлайн-клас так, ніби це відбувається віч-на-віч. Вони зібрані у віртуальному класі, де кожен може спілкуватися зі своїми однокурсниками та вчителями/інструкторами. Асинхронне навчання відрізняється від синхронного. Учням надається доступ до порталу, де вони можуть отримати свої уроки або навчальні матеріали в будь-який час доби. Цей метод навчання не включає живе відеообговорення, хоча учні можуть переглядати записані відео. Однак взаємодія в реальному часі неможлива.

Хоча КН вже багато років використовується в системі освіти, його впровадження під час пандемії може бути іншим і складним. З появою передових технологій можна сказати, що КН є дуже перспективним. Однак, щоб повністю максимізувати потенціал цієї модальності, було б найкраще визначити досвід студентів, викладачів та зацікавлених сторін у цій установці, переваги та недоліки цієї модальності під час пандемії та рекомендації щодо покращення КН пропозиції шкіл. Виявлення досвіду тих, хто бере участь у цій модальності, дозволить нам зібрати плюси та мінуси КН. Це дозволить нам змінити наші рекомендації.

КН пропонує багато переваг як спосіб викладання та навчання. Перерахуємо деякі практичні переваги КН, такі як економія грошей і часу. Найчастіше плата за онлайн-заняття значно нижча, ніж за звичайні заняття на кампусі. Оскільки учні економлять гроші завдяки зменшенню фінансових зобов'язань, школи також економлять гроші завдяки меншим витратам на утримання своїх приміщень. Студенти також можуть заощадити час завдяки скороченню часу на дорогу. Немає потреби бути на дорозі, щоб подолати затор, просто щоб бути в класі. Навчальні матеріали доступні, їх потрібно лише завантажити.

Використовувана технологія також може бути складною. Навігація програмами, які використовуються в онлайн-класах, також може бути складною та трудомісткою, особливо для молодших учнів та їхніх тренерів з навчання.

Також згадаємо наступне як недоліки онлайн-навчання: проблеми з технологіями, відчуття ізоляції, підготовка вчителів та керування часом перед екраном. Коли вона згадувала технологічні проблеми, вона мала на увазі не просто складність комп'ютера чи гаджета; вона також мала на увазі погане підключення до Інтернету. У зв'язку з пандемією та КН, накладеним на всіх студентів, було перевірено якість інтернет-з'єднання. На жаль, не всі

студенти мають доступ до потужного Інтернету. Переривчасте підключення також може призвести до низької якості онлайн-навчання. Це може завдати шкоди процесу викладання та навчання.

Згадаємо відчуття ізоляції. Завдяки КН взаємодія дуже мінімальна. Ми вважаємо людей соціальними істотами. Після цього вчителі повинні відкрити всі можливі засоби спілкування зі своїми учнями, щоб зберегти зв'язок і забезпечити спілкування. Підготовка вчителів також входить до списку недоліків, згаданих Гаутомом. Блокування було запроваджено раптово, а заняття раптово перейшли в Інтернет, але вчителям може знадобитися додаткова підготовка для навчання онлайн, щоб мати можливість правильно направляти своїх учнів. Тому, щоб забезпечити якісну освіту, школи повинні завжди пропонувати своїм вчителям технологічний прогрес у сфері освіти через навчання та онлайн-курси.

Назвемо керування часом перед екраном одним із недоліків. Оскільки учні повинні відвідувати заняття онлайн і виконувати свої вимоги за допомогою своїх комп'ютерів чи інших пристроїв, батьки бояться цієї небезпеки для своїх дітей. Таким чином, вчителі також повинні нагадувати учням бути відповідальними та уважними до часу, який вони проводять перед екраном, і робити перерви. Крім того, через синхронні заняття та асинхронні завдання батькам і вчителям також доводиться нагадувати своїм учням про необхідність фізичної активності між ними, щоб зберегти своє здоров'я та благополуччя.

Переваги та недоліки, згадані вище, базувалися на досвіді як викладачів, так і студентів. Вони були задоволені і водночас розчаровані КН. Але завдяки зібраним даним та інформації є багато можливостей для вдосконалення цього способу, враховуючи, що технологія є гнучкою та здатною вносити зміни та вдосконалення. Не можна не відзначити і прагнення педагогів до підвищення кваліфікації через невтомну відданість своїй професії.

Щоб вирішити ці проблеми в онлайн-комп'ютерному навчанні, те, що потрібно, підсумовується словом «готовність». Готовність, з точки зору електронного навчання або навчання за допомогою технологій, може бути невизначеною або широкою через її нескінченну та швидку еволюцію.

#### **Розробка структурної схеми**

Модель готовності для студентів складається з шести компонентів:

- компетентність у використанні технологій;
- самостійне навчання;
- доступ до технологій;
- впевненість у попередніх навичках;
- впевненість в собі;
- мотивація та управління часом.

Модель передбачає, що студент повинен володіти комп'ютерними та технологічними навичками до eLearning, повинен мати гарні звички та навички самостійного навчання, а також повинен бути мотивований відвідувати онлайн-класи.

Модель готовності для вчителів включає вісім компонентів:

- прийняття;
- доступ до технологій;
- мотивація;
- управління часом;
- установка та політика;
- зміст;
- педагогічна компетентність;
- компетентність у використанні технологій.

По суті, вчителі повинні спочатку зрозуміти природу своєї установки, що процес навчання та викладання відбуватиметься онлайн або в технологічному середовищі. Вони також повинні знати зміст своїх уроків, а також методи та стратегії, які вони можуть

використовувати під час викладання в КН. Знання про установу та її політику також корисно для підготовки. Це може включати правила щодо онлайн-навчання в школі.

Що стосується готовності закладу, то існує сім компонентів:

- фінанси;
- інфраструктура ІКТ;
- людські ресурси;
- менеджмент і лідерство;
- зміст;
- культура;
- компетентність у використанні технологій.

Здатність навчального закладу інвестувати в правильну та відповідну технологію є головною турботою навчального закладу, коли мова йде про навчання та викладання з використанням технологій, оскільки їм необхідно інвестувати у свою інфраструктуру ІКТ. Установа також повинна піклуватися про свої людські ресурси, управління та керівництво для навчання та оновлення.

За допомогою моделей Деміра та Юрдугюла ми можемо обґрунтувати, як готовність може допомогти усунути сім недоліків, згаданих вище:

- відволікання;
- дорогі технології та програми;
- вимогливі онлайн-класи;
- ізоляція;
- недостатня підготовка вчителів;
- керування часом використання екрану;
- погане підключення до Інтернету.

Відволікання можна уникнути, якщо учні з правильною мотивацією зосереджені на навчанні. Цього також можна уникнути, якщо вчителі будуть грамотними педагогічно та технологічно. Добре підготовлені вчителями уроки з привабливими заходами зменшать нудьгу учнів під час онлайн-комп'ютерного навчання. Це також доводить, що вчителі добре навчені та готові викладати онлайн. Враховуючи всі ці міркування, вчителі тепер можуть допомогти своїм учням контролювати час перед екраном і розвивати навички навчання. Зрештою, студенти не будуть вважати онлайн-заняття такими вимогливими, якщо вони розвинули навички тайм-менеджменту. Крім того, доступ до технологій також означає доступ до спілкування, тому учні не почуватимуться ізольованими, якщо вони будуть відкрито спілкуватися зі своїми вчителями та однокласниками. Нарешті, студенти, викладачі та заклад повинні інвестувати в належні технології. Щоб КН було успішним і плідним, не слід нехтувати технологіями. Це допоможе уникнути проблем із поганим інтернет-з'єднанням, несправними пристроями та невідповідними програмами й інструментами для навчання.

Формалізований опис задачі магістерського дослідження КН розглянуто у вигляді структурної схеми, наведеної на рисунку 1.

Дослідження показали, що в комп'ютерному навчанні студенти можуть зіткнутися

- Відволікання.
- Дорогі технології та програми.
- Вимогливі онлайн-заняття.
- Ізоляція.
- Вчителі, яким бракує підготовки.
- Проблеми з керуванням екранним часом.
- Погане підключення до Інтернету погіршує якість освіти.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

З таким висновком комп'ютерне навчання може продовжуватися як нова норма в На завершення ми проаналізували сім згаданих переваг і можемо підтвердити, що ключем до всього цього є готовність. І ця готовність є підготовкою і учнів, і вчителів, і закладу (адміністрації школи). Таким чином, для підготовки тих, хто буде залучений до комп'ютерного навчання, рекомендується орієнтація для студентів, навчання для вчителів та оцінка потреб закладу.

По-перше, орієнтація для студентів – це діяльність, яка дасть студентам уявлення про те, як відбуватиметься комп'ютерне навчання. Вони знатимуть, що їм потрібно підготувати, щоб їхні КН були успішними та плідними. Заклад через своїх викладачів інформуватиме студентів про програмне забезпечення, програми та технологічні інструменти, які їм знадобляться. Крім того, це може служити можливістю для студентів поставити запитання або отримати будь-які роз'яснення щодо розкладу занять і системи управління навчанням (LMS), яку вони використовуватимуть у своїх онлайн-класах.

По-друге, необхідна підготовка вчителів. Пандемія сталася посеред навчального року. Більшість учителів не були готові. Однак, оскільки пандемія триває, а онлайн-класи все ще використовуються, навчальний заклад має забезпечити навчання та забезпечити проходження вчителями. Семінари з підвищення кваліфікації проводилися ще до пандемії, тому для вчителів це не новина. Але враховуючи попит на онлайн-навчання, вчителі повинні отримати оновлену підготовку, особливо щодо проведення онлайн-занять. Ці навчальні заняття можуть включати знайомство з апаратним і програмним забезпеченням. Це також гарантує, що вчителі здатні допомагати своїм учням протягом навчального року.

Нарешті, установа повинна провести оцінку потреб. Оцінка потреб – це бізнес-інструмент, який дозволяє організації визначити розрив між бажаним результатом і поточним станом. Це дозволяє організації визначити, що слід зробити пріоритетним або покращити. Для шкіл це дозволить адміністрації назвати певні аспекти шкільної системи, на які необхідно звернути увагу, оскільки вони пропонують онлайн-класи. Тоді школа зможе правильно зорієнтувати своїх учнів, а також навчити своїх учителів відповідним програмам чи інструментам.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів; Досліджена система комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів. Розроблені під час виконання випускної

кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
2. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
3. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
6. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
7. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
8. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
11. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
12. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
15. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
16. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
17. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
18. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та



- підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
19. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп'ютерні технології”, м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
  20. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
  21. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
  22. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

УДК 004

О.Дібрівний, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДИНАМІЧНОГО ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ТРАФІКУ ВУЗЛІВ МЕРЕЖІ У ХМАРІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі. Об'єктом дослідження є процес динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі. Предметом дослідження є методи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі. Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Для певної топології з найкращими положеннями контролера та перемикача SDN у хмарі час від часу демонструє низьку продуктивність, що призводить до затримок, що викликають роздратування, і незадоволених користувачів. Збільшений обсяг трафіку може призвести до заторів, що збільшує навантаження на певні комутатори та контролери та подовжує затримку передачі даних. Крім того, збір певних вузлів або з'єднань може призвести до аномального зростання навантаження трафіку на певні комутатори та контролери. Традиційних методів переміщення комутаторів і контролю перевантаження може бути недостатньо для забезпечення найкращої пропускної здатності та пропускної здатності для частих і непередбачуваних коливань мережевого трафіку. Крім того, певні комутатори/контролери можуть зазнавати великого трафіку порівняно з іншими комутаторами/контролерами. У таких несприятливих ситуаціях продуктивність мережі стає надзвичайно низькою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі.
- Дослідження системи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі.
- Програмна реалізація системи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі.

*Об'єктом дослідження* є процес динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі.

*Предметом дослідження* є методи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі.

*Методи дослідження* базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Програмно визначена мережа (SDN) є багатообіцяючою технологією в сучасних мережах і комунікаційних технологіях. Архітектура SDN складається з площини додатків, площини керування та площини даних, де відповідно розміщуються програма SDN, контролери SDN і комутатори SDN.

Протокол OpenFlow є основним протоколом зв'язку, який використовується в SDN. Південний інтерфейс SDN підтримує зв'язок між площиною керування та площиною даних, тоді як північний інтерфейс підтримує зв'язок між площиною керування та площиною додатків. Контролер є ключовим компонентом SDN, який керує загальним сценарієм мережі. Кілька контролерів існують для керування розподіленими комутаторами, які діють як об'єкти пересилання пакетів.

Комутатори консультуються з контролером для отримання правил пересилання з таблиць пошуку в контролерах. Однією з проблем SDN є проблема розміщення контролера (CPP) [1].

Правильне розташування контролерів має великий вплив на продуктивність, балансування навантаження, доступність або комбінацію кількох факторів у мережі зв'язку. Вибух мобільних телефонів, віртуалізація серверів і підходи до хмарного адміністрування є одними з прикладів, що спонукають індустрію фреймворків переоцінити скориговані моделі системних фреймворків. Edgenet запровадив екосистему Programmable Flow SDN, яка створює гіперконвергентне сховище/конвергентне сховище за допомогою контролера Openflow.

Після придбання Nicira в 2012 році VMware розробила платформу мережевої віртуалізації та безпеки VMware SDN, відому як VMware NSX. Щоб надавати прибуткові мережеві послуги на вимогу, платформа мережевих послуг Nokia (NSP) об'єднує автоматизацію обслуговування, оптимізацію мережі та динамічну гарантію. Це дає операторам більш ефективні засоби для автоматизації, оптимізації та гарантування мережевих послуг на численних мережевих рівнях, фізичній/віртуальній інфраструктурі та обладнанні від різних виробників. Nuage Networks (підприємство Nokia) надає Virtualized Services Framework (VSP) як платформу, нейтральну щодо постачальника, для побудови хмар, від невеликих приватних хмар до великих корпоративних хмар. Це інструмент SDN, який об'єднує обчислювальні ресурси в міру їх створення та віртуалізує мережеву інфраструктуру центру обробки даних. Були запропоновані різні статичні та динамічні рішення розміщення з урахуванням різних параметрів, таких як затримка зв'язку, навантаження контролера, використання контролера, накладні витрати на контрольний трафік, споживання ресурсів, час налаштування потоку, QoS тощо.

У більшості рішень CPP вирішується шляхом кластеризації, або шляхом перетворення його на задачу багатоцільової оптимізації, яка була розв'язана за допомогою евристичного або цілочисельного програмування. Розглядаючи динамічне навантаження трафіку разом із затримкою, різні дослідники, такі як Huque та ін. [2], Bhowmik і Gayen [3] та інші представили підходи до розміщення динамічного контролера. Але, для заданої топології, навіть з оптимальними положеннями контролера та перемикача,

Іноді виявлено, що SDN показує низьку продуктивність, що спричиняє затримки, що призводить до роздратування та незадоволення користувачів. Однією з причин такої низької продуктивності може бути збільшення трафіку. Збільшення трафіку через збільшення певного типу зв'язку між хостами може спричинити перевантаження, що може призвести до збільшення затримки зв'язку. Це може проявлятися у вигляді збільшення навантаження на комутатори та контролери.

Збій певних вузлів або з'єднань може спричинити ненормальне збільшення навантаження на трафік (надмірне збільшення кількості пакетів даних, що відхиляється від нормального або звичайного, як правило, у небажаний або тривожний спосіб) на певних комутаторах і контролерах, що призводить до збільшення в латентності (затримці). Існуючі методи міграції комутатора та контролю перевантажень можуть бути недостатніми для

досягнення найкращої пропускної здатності та пропускної здатності через часті та несподівані зміни мережевого трафіку.

Крім того, порівняно з іншими комутаторами та контролерами, деякі з них можуть мати високе навантаження трафіком. За таких несприятливих ситуацій продуктивність мережі стає надзвичайно низькою, що призводить до дратівливих затримок (затримок, що викликають незадоволення чи роздратування) і незадоволення користувачів мережі. Існуючі методи розподілу навантаження не завжди виявляються ефективними, оскільки вони або використовують методи міграції комутаторів, зосереджуються на балансуванні навантаження в площині даних за допомогою традиційного підходу найкоротшого шляху, або зосереджуються на балансуванні навантаження в площині керування SDN.

Враховуючи ці аспекти, було запропоновано ефективний підхід із використанням штучного інтелектуального розподілу навантаження в площині даних з урахуванням трафіку шляхом ефективного перенаправлення потоків пакетів (якщо виникає така несприятлива ситуація), щоб можна було досягти прийнятної продуктивності мережі. підтримується наявними ресурсами. продуктивність мережі стає надзвичайно низькою, що призводить до дратівливих затримок (затримок, що викликають незадоволення або роздратування) і незадоволення серед користувачів мережі. Існуючі методи розподілу навантаження не завжди виявляються ефективними, оскільки вони або використовують методи міграції комутаторів, зосереджуються на балансуванні навантаження в площині даних за допомогою традиційного підходу найкоротшого шляху, або зосереджуються на балансуванні навантаження в площині керування SDN.

У цій статті представлено підхід, що використовує штучний інтелектуальний динамічний розподіл навантаження з урахуванням трафіку в площині даних SDN шляхом перенаправлення потоків пакетів (при виникненні несприятливої ситуації) ефективним способом, щоб прийнятну продуктивність мережі можна підтримувати за допомогою наявних ресурсів. Запропонований підхід було застосовано до мережі NSF і проведено прикладне дослідження. Запропонований підхід було оцінено та визнано досить ефективним у зменшенні ненормальних навантажень на комутатори/зв'язки, оскільки виявлено, що можна зменшити середнє навантаження на 396 одиниць за рахунок збільшення середньої затримки лише на 1,29 мс.. Крім того, представлено регресійний аналіз із використанням значень дисперсії навантаження, щоб підтвердити, що запропонований підхід є більш ефективним у забезпеченні меншої дисперсії навантаження порівняно з традиційним алгоритмом найкоротшого шляху (SP).

Щоб оцінити трафік у реальному часі для запитів, які додаються до мережі в пасивному режимі, Таһаеі et al. [4] запропонували механізм, за якого підвищені накладні витрати, пов'язані з обчисленнями контролера та витратами на зв'язок, були мінімізовані при збереженні точності. Щоб покращити продуктивність мережі, Chien et al. [5] запропонував структуру балансування навантаження для сервісно-орієнтованого SDN-SFC, де класифікація запиту ґрунтувалася на типі, а кожній службі було призначено пріоритет і далі.

#### **Динамічний розподіл навантаження з урахуванням трафіку**

З наявними значеннями навантаження комутаторів головний контролер обчислює ефективні шляхи потоку від усіх джерел до місць призначення для переміщення пакетів даних через фіксований проміжок часу (за рішенням адміністратора мережі). Коли виникає несприятлива ситуація, головний контролер оновлює записи таблиці потоків у комутаторах через підлеглий контролер на основі шляхів потоку, обчислених головним контролером.

#### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. Не дуже давно постачальники налагодили випуск систем динамічного перерозподілу трафіку мережі – програмних продуктів, які вирівнюють навантаження, розподіляючи її по декількох серверах. Крім того, вони підвищують відказостійкість WEB-серверів: у випадку відмови однієї машини направляють пакети даних на інший сервер або сайт. Таким чином, час очікування скорочується, а число неопрацьованих запитів зводиться до мінімуму. Системи динамічного

перерозподілу трафіку мережі можна використовувати як при наявності лише одного WEB-сайту, так і при роботі із цілим рядом вузлів. Одержавши подання про те, що таке системи динамічного перерозподілу трафіку мережі і як вони працюють, можна визначити найбільш важливі їхні характеристики, які варто враховувати при виборі засобу вирівнювання навантаження.

Система динамічного перерозподілу трафіку мережі WEB-серверів – це інструментальний засіб, призначений для переадресації клієнтських запитів на найменш завантажений або найбільш підходящий WEB-сервер із групи машин, на яких зберігаються дзеркальні копії інформаційного ресурсу. Клієнт не підозрює про те, що звертається до цілої групи серверів: всі вони представляються йому у вигляді якогось єдиного віртуального сервера. Припустимо що ми обслуговуємо один WEB-сайт і маємо при цьому два WEB-сервери. Представляючи наш сайт користувачам Internet, система динамічного перерозподілу трафіку мережі використовує ім'я віртуального комп'ютера, а також віртуальна IP-адреса (VIP-адресу – скажемо). Щоб зв'язати ім'я віртуальної системи й відповідна VIP-адреса із двома нашими WEB-серверами, ми повинні опублікувати ім'я системи і її VIP-адресу на сервері DNS. Система динамічного перерозподілу трафіку мережі постійно контролює навантаження й ступінь готовності кожного з WEB-серверів. Коли на вузол заглядає відвідувач, його запит надходить не на один з WEB-серверів, а в систему динамічний перерозподіл трафіку мережі. Ця система й ухвалює рішення щодо того, на який сервер направити запит. При цьому вона керується такими критеріями, як завантаження кожного підопічного сервера, а також дотримує умов і правила, сформульовані адміністратором. Потім система динамічного перерозподілу трафіку мережі направляє запит клієнта відповідному серверу (як правило, воно ж направляє відповідь сервера клієнтові, але це залежить від конкретної реалізації).

Поряд з тестуванням стеків протоколів, кращі засоби динамічного перерозподілу трафіку мережі можуть забезпечувати моніторинг часу відгуку й готовності як самого WEB-сервера, так і встановлених на ньому додатків ще одним способом: на сервер направляється запит за протоколом HTTP на одержання інформаційних матеріалів або адреси URL. Час відгуку визначається системою динамічного перерозподілу трафіку мережі як час із моменту відправлення запиту на надання інформації до моменту одержання коду повернення.

### **Вибір сервера**

При організації стійкого з'єднання основне завдання системи полягає в тому, щоб ідентифікувати клієнта й зв'язати відповідний ідентифікатор із сервером-одержувачем запиту. Як правило, системи динамічного перерозподілу трафіку мережі використовують як ідентифікатор клієнта, застосовувану їм IP-адресу відправника. Але вся справа в тому, що адреса відправника не обов'язково збігається з реальною IP-адресою клієнта. Багато компаній і провайдери, намагаючись удержати WEB-трафік під контролем і сховати від сторонніх очей IP-адреси своїх користувачів, установлюють сервери-посередники. На щастя, цю проблему можна вирішити, якщо скористатися системою динамічного перерозподілу трафіку мережі, оснащеної засобами ідентифікації IP-адрес відправників і номерів портів TCP. Подібні системи здатні пізнавати клієнтів навіть у тому випадку, коли останні виходять в Internet через той самий проху-сервер. Така ідентифікація можлива тому, що кожне TCP-з'єднання має унікальна IP-адресу відправника й номер порту TCP. Ще один спосіб ідентифікації клієнта, що проводить захищений сеанс зв'язку за протоколом HTTP, полягає в тому, щоб зафіксувати ідентифікаційний номер сеансу зв'язку користувача за протоколом Secure Sockets Layer (SSL). Протокол SSL призначає кожному встановленому сеансу зв'язку спеціальний ідентифікатор, а прикладні програми для віртуальних магазинів часто користуються цим протоколом. Найсучасніший засіб підтримки стійких з'єднань – це розповсюджені по мережі WEB cookie-файли. Нагадаю, що ці файли містять як відомості про клієнта, так і інші дані (наприклад, про те, з яким сервером клієнт зв'язувався востаннє). Аналіз умісту cookie-файлів допомагає системі динамічного перерозподілу трафіку мережі ідентифікувати клієнтів і підбирати для них найбільш підходящий сервер. У число



постачальників систем динамічний перерозподіл трафіку мережі, оснащених засобами роботи з cookie-файлами, входять такі компанії, як Alteon WEBSsystems, ArrowPoint Communications, F5 Networks і Resonate.

### **Переадресація трафіку**

Системи динамічного перерозподілу трафіку мережі можуть перенаправляти трафік клієнтів на вибраний сервер декількома способами: по методу трансляції адрес із керуванням доступом до середовища передачі (media access control (MAC) address translation, MAT), по методу трансляції мережних адрес (Network Address Translation, NAT), або – при використанні відкладеного зв'язування – за допомогою механізму шлюзу TCP (TCP gateway). Розглянемо, як реалізується кожний із цих методів перенапряму трафіка засобами вирівнювання навантаження.

**MAT.** Цей метод може бути реалізований системою динамічного перерозподілу трафіку мережі при тій умові, що кожний WEB-сервер поряд зі своїм фізичним IP-адресою використовує в якості інтерфейсного адресу зворотного зв'язку (loopback interface address) VIP-адреси системи балансування. Однак у якості IP-адреси відправника сервер указує VIP-адресу системи динамічного перерозподілу трафіку мережі, як якби трафік надходив клієнтові саме від її. Таким чином, що впливає пакет від клієнта направляється не тому, що відповів, серверу, а системі динамічного перерозподілу трафіку мережі.

### **Вибір сайту й керування трафіком на глобальному рівні**

У тих випадках, коли інформаційні ресурси розміщуються на декількох дзеркальних вузлах, системи динамічного перерозподілу трафіку мережі (іменовані також глобальними системами динамічного перерозподілу трафіку мережі) визначають підходящий для клієнта вузол за допомогою вже описаних механізмів вибору сервера. Крім того, як критерій вибору сайту глобальна система балансування може використовувати такий показник, як відстань між сайтом і клієнтом (виражене в кількості транзитних ділянок і в тривалості мережної затримки). При визначенні найбільш підходящого сайту система балансування часто направляє трафік клієнта на відповідний вузол за допомогою інтелектуальної функції DNS.

Крім методу динамічного призначення клієнтові того або іншого вузла системи динамічного перерозподілу трафіку мережі можуть використовувати для зв'язування конкретних клієнтів з конкретними сайтами метод статичного призначення (static mapping method).

### **Архітектура служби динамічного перерозподілу трафіку мережі мережі**

Для досягнення максимальної пропускну здатності й відказостійкості служба ДПТМ використовує повністю розподілену програмну архітектуру. На всіх вузлах кластера паралельно виконуються однакові драйвери служби ДПТМ. Ці драйвери поєднують всі вузли в єдину мережу для обробки вхідного потоку даних, що надходять на основну IP-адресу кластера (і на додаткові IP-адреси багатомережних вузлів). Для кожного окремого вузла драйвер виконує функції фільтра між драйвером мережного адаптера й стеком протоколів TCP/IP, дозволяючи розподіляти потік даних, одержуваних вузлом. Таким чином, що надходять запити розділяються й розподіляються між вузлами кластера.

Служба ДПТМ функціонує як мережний драйвер, розташований у мережній моделі нижче високорівневих протоколів додатків, таких як HTTP і FTP.

Така архітектура дозволяє домогтися максимальної пропускну здатності за рахунок використання широкомовної підмережі для доставки даних, що надходять, на всі вузли кластера, що дозволяє обійтися без маршрутизації вхідних пакетів. Оскільки фільтрація непотрібних пакетів працює швидше, ніж маршрутизація (при якій необхідно одержати, перевірити, перезаписати й повторно відправити кожний пакет), при використанні служби ДПТМ досягається більше висока пропуску здатність мережі в порівнянні з рішеннями на основі диспетчеризації. При рості швидкості роботи сервера й мережі пропорційно росте й продуктивність; у такий спосіб усувається залежність від продуктивності апаратних рішень для розподілу навантаження на основі маршрутизації. Наприклад, у гігабітних мережах служба ДПТМ демонструє пропуску здатність до 250 Мб/с.

Іншою ключовою перевагою повністю розподіленої архітектури служби ДПТМ є чудові показники відказостійкості (N-1) для кластера з N вузлами. Навпроти, у рішеннях на основі диспетчеризації обов'язково є центральний елемент, що є «вузьким місцем» системи, для усунення якого необхідно використовувати резервний диспетчер, забезпечуючи лише односпрямоване переміщення навантаження при збої. Такий захист від збою менш ефективний у порівнянні з повністю розподіленою архітектурою.

В архітектурі служби ДПТМ для одночасної доставки даних, що надходять, на кожний вузол кластера використовується концентратор і/або комутатор підмережі. Проте, такий підхід веде до збільшення навантаження на комутатори й вимагає додаткових ресурсів пропускної здатності портів. Звичайно це не впливає на більшість широко використовуваних додатків (наприклад, WEB-служби й мультимедіа-мовлення), оскільки вхідні дані становлять дуже невелику частку загального потоку даних у мережі. Проте, якщо пропускна здатність лінії зв'язку до комутатора з боку клієнта значно вище пропускної здатності каналу з боку сервера, що входять дані можуть становити досить значну частину загального потоку даних. Та ж проблема виникає й при підключенні декількох кластерів до одного комутатора, коли для окремих кластерів не настроєні віртуальні локальні мережі LAN.

Повністю конвеєрний механізм служби ДПТМ при надходженні пакетів одночасно передає їх у стек протоколів TCP/IP і одержує пакети від драйвера мережного адаптера. Це знижує загальний час обробки потоку даних і затримку, оскільки стек TCP/IP може обробляти пакет одночасно з одержанням драйвером NDIS наступного пакета. Крім того, потрібно менше ресурсів для координації операцій стека TCP/IP і драйвера, а також, у більшості випадків, у пам'яті не створюються додаткові копії пакетів даних. При відправленні пакетів служба ДПТМ також забезпечує підвищену пропускну здатність, малий час затримки й відсутність накладних витрат продуктивності за рахунок збільшення числа пакетів TCP/IP, які можуть бути відправлені за один виклик NDIS. Для досягнення настільки високої продуктивності служба ДПТМ використовує пул буферів і дескрипторів пакетів, використовуваний для конвеєрних операцій зі стеком TCP/IP і драйвером NDIS.

На структурній схемі, яка зображена на рисунку 1, показано, що система, структурно, складається з наступних блоків:

- Блок динамічного перерозподілу трафіку мережі.
- Блок формування звітів.
- Блок формування сигналів керування перерозподілу трафіку мережі.
- Блок збирання статистичного навантаження на вузли мережі.
- Блок аналізу статистичного навантаження.

Для рішення завдання вибору числа й розміщення вузлів мережі, представленої у вигляді інформаційно-обчислювального комплексу, запропоновано використовувати евристичні алгоритми, засновані на методах локальної оптимізації й теорії масового обслуговування. Альтернативний підхід до рішення завдання дискретного математичного програмування, заснований на теорії графів, неприйнятний через високу обчислювальну складність при великій кількості вузлів у мережі. Наприклад, у мережі з 10 вузлів існує  $2^{45}$  варіантів розташування ліній зв'язку, включаючи безліч тривіальних випадків. Якщо припустити, що аналіз кожного варіанта становить 1 секунду, то на дослідження буде потрібно більш ніж  $9 \cdot 10^8$  років.

На змістовному рівні завдання побудови оптимальної мережі формулюється в такий спосіб. Виходячи із заданих значень інтенсивності запитів абонентів з урахуванням вводимих допусків і обмежень визначити оптимальні за критерієм мінімуму наведених витрат структурні параметри мережі: число й розміщення програмно-апаратних модулів вузлів мережі у пунктах мережі, співвіднести групи абонентів з обслуговуваними їх вузлом мережі, ємністю вузла мережі і каналів зв'язку. При цьому повинні дотримуватися обмеження на якість обслуговування: середній час обробки повідомлення й імовірність своєчасного обслуговування не повинні перевищувати граничних значень.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

Як критерій оптимізації обрані наведені витрати на канал зв'язку й вузол мережі.

Як модель, що інтерпретує інформаційний потік у мережі з УЦ, розглядається дві мережі масового обслуговування (СеМО):

- багатофазна СеМО з відмовами й повторними викликами;
- багатофазна СеМО комбінованою комутацією.

Завдання пошуку оптимальної структури мережі успішно вирішуються з використанням евристичних алгоритмів, заснованих на методах локальної оптимізації зі спрямованим перебором варіантів структури мережі.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі; Досліджена система динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyzy, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
2. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
3. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
4. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
7. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
8. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
9. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
10. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
11. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.
12. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
13. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.
14. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95
15. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
16. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
17. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.
18. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
19. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
20. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.

УДК 004

А.Дудченко, магістр гр. КН-22М-1

Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ФАЙЛІВ ОС WINDOWS 11/WINDOWS SERVER 2022

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022. Об'єктом дослідження є процес менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022. Предметом дослідження є методи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022. Методи дослідження базуються на методах файлових систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Хмарні системи керування файлами зазвичай пропонують такі функції, як інструменти для співпраці, контроль версій і автоматизовані робочі процеси для оптимізації процесів керування документами та підвищення продуктивності.

Системи програмного забезпечення для керування файлами, які іноді називають програмним забезпеченням для відстеження файлів або файловими менеджерами, – це те, як бізнес зберігає та впорядковує електронні документи або отримані дані з паперових документів.

Хмарне керування файлами замінює традиційні картотеки та застарілі цифрові сховища, надаючи організаціям можливість сортувати, отримувати доступ, співпрацювати та ділитися з єдиної точки контакту. Реалізація можливостей керування файлами дозволяє користувачам створювати, вводити, змінювати, запитувати та створювати звіти по одному файлу за раз.

Найлегше розглядати програмне забезпечення для керування файлами як організаційний компонент вашої загальної стратегії управління інформацією.

Хоча операційна система вашого комп'ютера зберігає дані в ієрархічній файловій системі (каталоги містять файли з підкаталогами під ними), ваша система керування файлами дозволяє організувати, як файли та папки називаються, як вкладені папки впорядковані та як файли в папках обробляються користувачем. Це полегшує пошук і виявлення файлів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022.
- Дослідження системи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022.



– Програмна реалізація системи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022.

*Об'єктом дослідження* є процес менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022.

*Предметом дослідження* є методи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022.

*Методи дослідження* базуються на методах файлових систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

#### **Виклад основного матеріалу.**

#### **Переваги програмного забезпечення для керування файлами**

Більшість переваг системи керування файлами або програмного забезпечення для відстеження файлів залежить від доступності та організації. Хоча це може здатися простим, це веде до кількох ширших переваг, а саме:

#### **Економте гроші на витратах паперу**

Запровадження нової технології цифрового документування файлів може заощадити компаніям суттєві кошти. Перехід на керування файлами з електронним керуванням зменшує витрати, пов'язані з обробкою великих обсягів паперових документів (оренда зовнішніх місць зберігання, купівля чорнила для принтера чи додаткових матеріалів тощо).

#### **Підвищення продуктивності**

Співробітники витрачають близько 20% часу компанії на пошук інформації. Системи керування файлами швидше підтягують файли за допомогою комплексного пошуку та підвищують доступність інформації незалежно від місця розташування співробітника.

#### **Підвищення відповідальності користувачів**

Контроль версій документа дає повну видимість того, що сталося з конкретним документом. Це означає, що ви завжди можете бачити, хто змінив документ і коли вони його змінили, що робить керування людьми та робочими процесами для уповноваженого персоналу більш безпечним.

#### **Сприяти прозорому відстеженню файлів для архівування та видалення**

Ефективна система керування файлами дозволить вам вести облік файлу протягом усього його життєвого циклу. Це полегшує впевненість у дотриманні всіх необхідних норм і спрощує складні процеси аудиту.

#### **Типи систем керування файлами**

Існує три типи систем керування файлами, які можуть покращити те, як ваша організація створює, змінює, отримує доступ до документів і ділиться ними. Це:

#### **Ієрархічні системи керування файлами**

Це передбачає створення ієрархії папок, відсортованих за спадною значущістю – починаючи від загальних категорій і розгалужуючись до підкатегорій.

#### **Реляційні системи керування файлами**

Реляційне керування файлами впорядковує файли відповідно до зв'язків між даними, що містяться в кожному файлі, що призводить до швидшого та доступнішого методу пошуку інформації.

#### **Системи керування мережевими файлами**

Ось як файли групуються залежно від того, де вони розташовані на жорсткому диску комп'ютера.

#### **Найкращі стратегії керування файлами**

Добре організована система керування файлами забезпечує доступ до даних і швидше доставляє інформацію співробітникам, яким вона потрібна. Організації, які практикують ефективні стратегії керування файлами, можуть:

– Забезпечте послідовність: назва папок комбінацією випадкових літер і цифр зробить пошук файлів непотрібним клопотом. Стандартизуйте імена файлів у спосіб, який легко зрозуміти користувачам у різних командах і відділах, включаючи створену версію, тип документа, тип проекту або інші узгоджені формати.

– Дотримуйтеся ієрархії: зберігайте всі документи та дані одного проекту в одній папці. Для чіткішої організації створіть вкладені папки в одній «основній папці», щоб користувачі могли знаходити конкретну інформацію, а не сортувати довгі, заплутані списки файлів.

– Пріоритет резервного копіювання даних: технологія збору даних мінімізує ризики, пов'язані з обробкою паперових документів (зовнішні пошкодження, втрати тощо), завдяки електронному збору інформації та зберіганню її у вашій централізованій системі зберігання. Крім того, інвестиції в хмарну систему керування файлами захистять конфіденційні дані від втрати через комп'ютерні збої або техногенні катастрофи.

Програмний продукт, який розробляється у результаті виконання магістерського проектування, дозволяє реалізувати наступні можливості:

- Безліч операцій тепер підтримують фоновий режим:
  - а) упакування й розпакування різних видів стандартних архівів;
  - б) упакування й розпакування з використанням плагінів (необхідні доробка плагіна);
  - в) копіювання в/з плагінів файлової системи (необхідна доробка плагіна);
  - г) підрахунок розміру вмісту підкаталогів по Alt+Shift+Enter і пробілі;
  - д) підрахунок і перевірка CRC-сум;
  - е) роззвічення файлів при використанні полів WDX-плагінів з фоновим підрахунком;
  - ж) одержання міток диска при відкритті списку по Alt+F1/F2.
- Поліпшення в інструменті синхронізації:
  - а) реалізовано порівняння деяких архівів по вмісту (ARJ, LHA, TAR, RAR);
  - б) розширено інтерфейс WDX-плагінів для власної реалізації порівняння файлів;
  - в) додано можливість ігнорувати сховані/системні файли, а також символічні посилання;
  - г) підтримка порівняння по CRC-сумах для FTP, якщо сервер підтримує таку функціональність (опція "по вмісту").
- Додано підтримку USB-USB підключень двох комп'ютерів з використанням кабелів, сумісних зі специфікацією Easy Transfer.
- Режим списку файлів без підкаталогів для виділених об'єктів (Ctrl+Shift+B).
- Поліпшення в роботі FS-плагінів тимчасової панелі.
- Додано підтримку переспрямованих локальних дисків у термінальній сесії (\\tsclient).
- Підтримка одержання списку файлів з FTP командою MLSD (більше точні часові мітки, незалежність від локального часу, стандартизований формат списку).
- Частина, що розкривається, з опціями в діалозі копіювання тепер можна тримати завжди розкритою.
  - Збільшено максимальну довжину рядка в Lister'e до 1024 символів.
  - Для RAR-архівів із зашифрованим заголовком тепер як вміст відображається псевдо-файл із ім'ям "Зашифроване -> F5" (щоб відрізнити від порожнього архіву).
  - Можливість зберігати стан опції розпакування архівів в окремі підкаталоги.
  - В 64-бітних системах відображаються окремі підкаталоги, що неперенаправлялися, system32 (catroot, drivers\etc і т.п.), які не видні через загальний перенапрямок в SysWOW64.
  - Розширено контекстне меню в результатах діалогу пошуку (додане 64-бітне підменю й внутрішні асоціації).
  - Список вибраного можна викликати подвійним клацанням по панелі адреси, не активуючи перехід по ланцюжку: досить утримувати натиснутим Ctrl.
  - Для парних і непарних рядків у файловій панелі можна використовувати різний колір тла.
  - Інструмент порівняння файлів містить вбудований редактор.

- Додаткова панель дерева папок. Може бути використана як загальна для двох панелей, так і для кожної панелі окремо.
- Вбудований переглядач (можливість центрувати зображення, текстовий курсор, можливість змінювати розмір тільки для більших зображень).
- Вікно зміни атрибутів файлів і папок підтримує контентні плагіни.
- Можливість ведення журналу всіх файлових операцій.
- Відображення букви диска у вкладках (опціонально).
- Користувальницькі колонки й режим мініатюр для системних плагінів.
- У діалоговому вікні копіювання-перезапису можливі додаткові операції: порівняння по вмісту, перейменування файлу, автоматичне перейменування, передпрогляд зображень, і т.д.
- Сортування по декількох колонках (Ctrl+клік по заголовку додаткової колонки).
- Підключення до FTP через SSL/TLS (необхідно скачати й установити додаткові.dll файли від стороннього виробника).
- Використання користувальницьких команд у головному меню й для комбінацій клавіш.

### **Плагіни**

Функціональність Файлового менеджера можна розширювати за допомогою плагінів.

#### **Архіваторні плагіни (Packer Plugins, WCX)**

Архіваторні плагіни використовуються для розпакування певних типів файлів, звичайно архівних форматів.

Плагіни можуть використовуватися для:

- Упакування/розпакування архівів bzip2, rpm, HA і інших архівів підвищеного рівня компресії.
- Розпакування, пошуку, розпакування й видалення файлів в СНМ-файлах.
- Перегляду й добування ресурсів (музики, текстур і т.д.) з ігрових архівних файлів.
- Приховання файлів на флеш-диску або дискеті від сторонніх очей.
- Симетричного й асиметричного шифрування й дешифрування файлів симетричними й асиметричними алгоритмами.
- Конвертації звукових, графічних файлів.
- Стеганографічного приховання файлів у зображенні.

#### **Плагіни внутрішньої програми перегляду (Lister Plugins, WLX)**

Плагіни внутрішньої програми перегляду відображають спеціальні типи файлів в вбудованому переглядачі (Lister), а також на панелі швидкого перегляду.

Приміром, плагіни можуть використовуватися для:

- Відображення файлів у графічних форматах, баз даних, PDF, openoffice.org.
- Відображення вихідного коду на C, Pascal, Java і т.д. з підсвічуванням синтаксису.
- Програвання файлів у звукових– і відеоформатах, а також CD-треків.
- Перегляду різної інформації про архіви: розмір даних, кількість файлів і т.д.
- Перегляду SWF-файлів, веб-страниц, електронних книг формату FB2.

#### **Плагіни файлової системи (File System Plugins, WFX)**

Плагіни файлової системи доступні через панель Мережного оточення. Вони звичайно забезпечують доступ до якихось частин комп'ютера, куди немає доступу через імена дисків, або до яких-небудь віддалених систем.

Плагін файлової системи може бути призначений для доступу до:

- Файлової системи мобільних телефонів.
- Файловим системам ext2fs і reiserfs.
- Віддалених веб-серверів по HTTP-протоколу, поштовому серверу.
- Інформації про запущені на даний момент процеси.
- Вмісту кешу Internet Explorer.
- Базі (контактам і історії повідомлень) Міранди.
- Вмісту плейлистів Winamp.

- Реєстру Windows, у тому числі на віддаленому комп'ютері, з можливістю роботи із ключами реєстру як з файлами й папками.
- Буферу обміну Windows, наприклад, копіюванню графічного фрагмента в різних форматах.
- Схованих налаштувань операційної системи.

### **Інформаційні (контентні) плагіни (Content plugins, WDX)**

Інформаційні плагіни покликані вирішувати кілька завдань: пошук по специфічних властивостях і відомостям про вміст файлів, відображення цієї інформації у файлових списках і використання її в інструменті групового перейменування й для додавання додаткової інформації в назву файлу.

Контентні плагіни можуть застосовуватися для одержання:

- Тегів аудіофайлів (виконавець, заголовок, альбом і т.д.).
- Інформації про відеофайли, графічні файли, цифрові фотознімки, що зберігається в заголовках exif в jpeg-файлах.
- Тексту з документах ms word, openoffice.org, acrobat.
- Атрибутів файлу, таких як час створення й т.п. (вбудований плагін).
- Атрибутів модулів, що виконуються.

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема складається з наступних блоків:

- Блок файлових панелей.
- Блок меню користувача.
- Блок швидкого доступу до елементів меню.
- Блок гарячих клавіш.

Блок файлових панелей включає до себе наступні структурні елементи:

- Ім'я файлу.
- Тип файлу.
- Розмір файлу.
- Дата створення файлу.
- Атрибути файлу.
- Коментар.
- Блок вибору диску, з яким необхідно працювати.
- Закладки на каталоги, до яких найчастіше звертаються.
- Дерево файлів.
- Мережне оточення.
- Менеджер плагінів.
- Реєстр.
- Сервіси.
- Менеджер задач.

Блок меню користувача включає в себе наступні елементи:

- Файл:
  - а) запуск файлу під курсором;
  - б) запуск файлу від імені;
  - в) відкрити за допомогою;
  - г) змінити атрибути;
  - д) коментар;
  - є) об'єм файлу;
  - ж) контекстне меню;
  - з) поміняти за змістом;
  - і) друк;
  - к) упакувати;
  - л) розпакувати;
  - м) протестувати архіви;

- н) створити ярлик;
- о) розбити файл;
- п) зібрати файл;
- р) кодувати;
- с) декодувати;
- т) підрахувати CRC-суму;
- у) вихід.
- Виділення:
  - а) виділити групу;
  - б) зняти виділення;
  - в) виділити все;
  - г) зняти виділення усього;
  - д) виділити файли за маскою;
  - є) зняти виділення за маскою;
  - ж) інвертувати виділення;
  - з) зберегти виділення;
  - і) відновити виділення;
  - к) порівняти каталоги;
  - л) відмітити нові, заховати старі.
- Інструменти:
  - а) інформація про систему;
  - б) мітка диску;
  - в) пошук файлів;
  - г) групове перейменування;
  - д) синхронізувати каталоги;
  - є) копіювати обрані файли у буфер;
  - ж) вирізати обрані файли;
  - з) вставити обрані файли;
  - і) копіювати путь в командний рядок;
  - к) очистити командний рядок;
  - л) завантажити сеанс DOS.
- Навігація:
  - а) ліва панель;
  - б) права панель;
  - в) робочий стіл;
  - г) мій комп'ютер;
  - д) панель управління;
  - є) шрифти;
  - ж) мережне оточення;
  - з) принтери;
  - і) назад;
  - к) вперед;
  - л) відкрити каталог/архів;
  - м) історія каталогів;
  - н) дерево каталогів;
  - о) обрані каталоги;
  - п) перехід до наступного диску;
  - р) перехід до попереднього диску;
  - с) оновити зміст панелі;
  - т) попередній командний рядок;
  - у) наступний командний рядок.



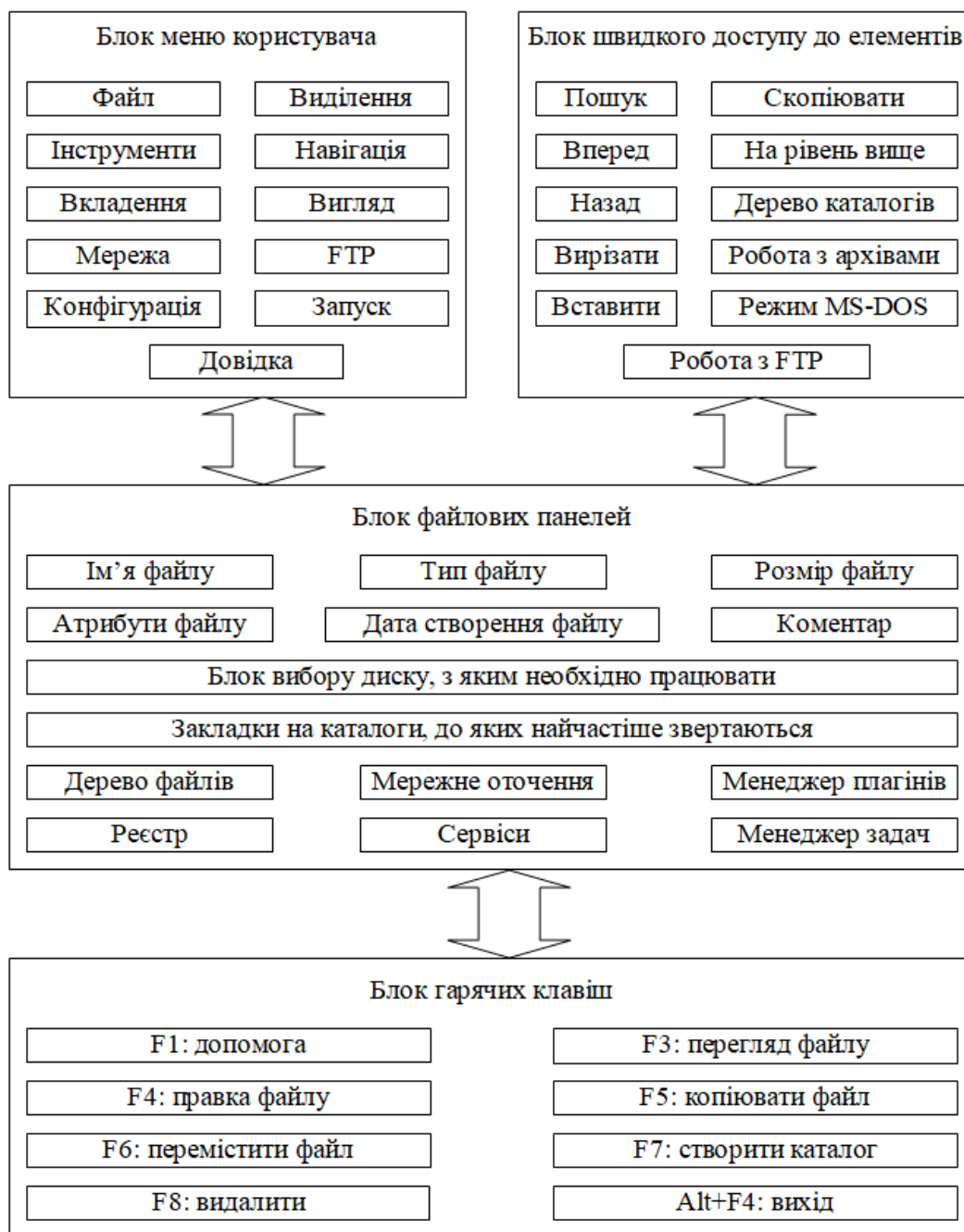


Рисунок 1 – Структурна схема системи

– Вкладення:

- показати меню вкладки;
- нове вкладки для поточного файлу;
- блокування/розблокування вкладки;
- відкрити папку у новому вкладенні;
- перехід на наступне вкладки;
- перехід на попереднє вкладки;
- закрити вкладки;
- закрити усі вкладки.

– Вигляд:

- розширені налаштування;
- стислий;
- докладний;

- г) коментарі;
- д) користувальницькій набір колонок;
- е) дерево каталогів;
- ж) швидкий перегляд;
- з) сортування;
- і) фільтр;
- к) розташувати панелі одна над одною;
- л) показати розміри усіх папок.
- Мережа:
- а) підключити мережний диск;
- б) відключити мережний диск;
- в) зробити поточний каталог загальним;
- г) закрити загальний доступ до каталогу;
- д) зміна прав доступу;
- е) аудит файлів;
- ж) стати володарем;
- з) показати ресурси адміністратора.
- FTP:
- а) з'єднатися з FTP-сервером;
- б) нове FTP-з'єднання
- в) роз'єднатися з FTP-сервером;
- г) додати у список завантаження;
- д) диспетчер фонові пересилки;
- е) завантаження за списком;
- ж) показувати відкриті файли на сервері;
- з) обрати режим передачі (авто/двійковий/текст).
- Конфігурація:
- а) налаштування;
- б) панель інструментів;
- в) налаштування: вигляд;
- г) налаштування: екран;
- д) налаштування:
- е) налаштування: кольор;
- ж) налаштування: табулятори;
- з) налаштування: мова;
- і) налаштування: операції;
- к) налаштування: правка/перегляд;
- л) налаштування: архіватори.
- м) налаштування: різне;
- н) редагувати файли конфігурації;
- о) запам'ятати налаштування.
- Запуск:
- а) клавіатурні команди;
- б) сайт підтримки;
- в) інструменти;
- г) список файлів/папок;
- д) запустити програму з більш високим пріоритетом;
- е) створити віртуальний диск;
- ж) відключити віртуальний диск;
- Довідка:
- а) зміст;
- б) гарячі клавіші;

в) сайт програми;

г) про програму.

Блок швидкого доступу до елементів меню включає в себе наступні команди:

- на рівень вище;
- дерево каталогів;
- пошук;
- вперед;
- назад;
- вирізати;
- скопіювати;
- вставити;
- режим MS-DOS;
- робота з архівами;
- робота з FTP.

Блок гарячих клавіш:

- F1: допомога.
- F3: перегляд файлу.
- F4: правка файлу;
- F5: копіювати файл;
- F6: перемістити файл;
- F7: створити каталог;
- F8: видалити;
- Alt+F4: вихід.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022; Досліджена система менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання менеджменту файлів ОС Windows 11/Windows Server 2022. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
2. Smirnov, O., Dricieva, H., Driciev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
3. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
4. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
6. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
7. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International

- Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
8. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobaev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
  9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  10. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
  11. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
  12. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
  13. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  14. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
  15. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
  16. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
  17. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макєвнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
  18. Смірнов О.А., Дреева Г.М., Дреев О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральнотрапнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
  20. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреев О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральнотрапнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
  21. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
  22. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
  23. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.

УДК 004

Ю.Дьяченко, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ІНДИКАТИВНОГО АНАЛІЗУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи підтримки індикативного аналізу. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи підтримки індикативного аналізу. Об'єктом дослідження є процес підтримки індикативного аналізу. Предметом дослідження є методи підтримки індикативного аналізу. Методи дослідження базуються на методах Big Data, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи підтримки індикативного аналізу. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Актуальність роботи визначається актуальністю досліджень проблеми забезпечення енергетичної безпеки (ЕБ) України й актуальністю розробки інструментарію для проведення цих досліджень.

Енергетична безпека України характеризується як стан захищеності її громадян, суспільства, держави, економіки від обумовлених внутрішніми й зовнішніми факторами погроз дефіциту в забезпеченні їхніх обґрунтованих потреб в енергії енергетично доступними паливно-енергетичними ресурсами (ПЕР) прийнятної якості в нормальних умовах і при надзвичайних обставинах, а також від порушень стабільності, безперервності паливо- і енергопостачання. У нормальних умовах зазначений стан захищеності відповідає забезпеченню в повному обсязі обґрунтованих потреб, у надзвичайних ситуаціях – гарантованому забезпеченню мінімально необхідного обсягу потреб.

Важливим напрямком рішення завдання забезпечення ЕБ України і її регіонів є облік вимог ЕБ при дослідженні перспектив розвитку енергетики країни. Аналогічні завдання одержали найбільше поширення в роботах інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова (ІПМЕ НАНУ). У цей час у даному інституті проводяться дослідження, що стосуються вибору раціональних з позицій ЕБ напрямків розвитку енергетики країни і її регіонів і формування на їхній основі пропозицій по забезпеченню ЕБ. Робиться це на основі використання індикативного аналізу перспективних станів найважливіших індикаторів ЕБ при порівнянні їхніх очікуваних значень із відповідними граничними значеннями.

Основним засобом зазначених досліджень є створений в ІПМЕ НАНУ на основі методів комбінаторного моделювання інструментарій для формування з урахуванням вимог ЕБ напрямків розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК). Множину напрямків розвитку паливно-енергетичного комплексу в цьому випадку представлено у вигляді графа, кожний вузол якого відповідає можливому стану ПЕК зі своїми особливостями паливо- і енергопостачання, а дуга – траєкторії переходу ПЕК з одного часового рівня на інший зі своєю вартістю. У даному інструментарії не були реалізовані компоненти для відображення графів розвитку ПЕК і їхнього аналізу з позицій ЕБ. Особливість використання в поставлених завданнях методів комбінаторного моделювання складається у формуванні значної кількості перспективних станів енергетики країни і її регіонів. Відображення цих станів на екрані, а також відображення самих траєкторій неможливо через їхню величезну кількість. По цій же причині неможливий і їхній експертний аналіз із позицій ЕБ. Наявність подібних проблем обумовило необхідність рішення проблеми відображення графів розвитку



ПЕК і подальший аналіз їхніх станів і траєкторій з позицій ЕБ, включаючи проведення індикативного аналізу кожного можливого стану ПЕК з обліком часового й територіального аспектів. Пропонований шлях рішення такої проблеми тут – розробка системи підтримки індикативного аналізу ЕБ країни.

При постановці досліджень і створенні інструментарію було прийнято, що процес підготовки результуючого графа розвитку ПЕК, його відображення й подальший експертний аналіз можливих станів ПЕК і траєкторій його розвитку з позицій ЕБ повинні бути виконані в спеціалізованому інтегрованому середовищі. При цьому оцінки станів по найважливіших індикаторах ЕБ повинні формуватися за допомогою підсистеми розрахунку індикаторів ЕБ. Наочний, доступний для експертів індикативний аналіз перспективних станів ПЕК повинен бути реалізований у рамках підсистеми індикативного аналізу можливих станів ПЕК – спеціалізованого «аналітичного» інструмента, у якому за допомогою елементів когнітивної графіки проводився б детальний аналіз можливих станів як у територіальному, так і в часовому розрізах. У такому інструменті повинні бути враховані основні положення методики проведення індикативного аналізу ЕБ (нормування значень індикаторів ЕБ, порівняння величин значень індикаторів ЕБ з їхніми граничними значеннями, одержання якісної оцінки ситуації з ЕБ у різних аспектах функціонування й розвитку енергетики територій).

Аналіз нині існуючого інструментарію показує, що дотепер таких програмних продуктів для проведення досліджень розвитку енергетики України з позицій ЕБ запропоновано не було. Існують спеціалізовані системи для роботи із графами довільної семантики, є інструментарій для індикативного аналізу інших предметних областей, у якому використовуються різні принципи проведення аналізу об'єктів дослідження. Однак здебільшого подібний інструментарій має вузьку функціональну або предметну спрямованість, що вимагає його адаптації у випадку його використання для рішення завдання проведення аналізу можливих станів ПЕК і траєкторій його розвитку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи підтримки індикативного аналізу.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи підтримки індикативного аналізу.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем підтримки індикативного аналізу.
- Дослідження системи підтримки індикативного аналізу.
- Програмна реалізація системи підтримки індикативного аналізу.

*Об'єктом дослідження* є процес підтримки індикативного аналізу.

*Предметом дослідження* є методи підтримки індикативного аналізу.

*Методи дослідження* базуються на методах Big Data, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Розкриємо основні завдання й мети дослідження проблеми забезпечення ЕБ України і її регіонів і виділимо основні напрямки дослідження проблеми ЕБ, до яких відносяться наступні:

- оцінка поточного стану й перспектив розвитку ПЕК з позицій ЕБ (моніторинг, оцінка погроз, виявлення й прогноз вузьких місць і т.д.);
- обґрунтування мер організаційного, структурно-технологічного й фінансово-енергетичного характеру по забезпеченню ЕБ;
- розробка методів і засобів обґрунтування заходів щодо забезпечення ЕБ (математичні моделі, інформаційна технологія).

Розглянемо питання обліку вимог ЕБ при дослідженні розвитку енергетики країни і її регіонів. Запропонована в ПІМЕ НАНУ дворівнева технологія досліджень при рішенні проблеми забезпечення ЕБ, що дозволяє досліджувати відповідні особливості роботи систем

енергетики в ПЕК і на системному рівні. При цьому верхній рівень зазначеної технології представляють моделі для проведення досліджень по оцінці стану ПЕК при можливих збурюваннях і їхнього впливу на умови паливо- і енергопостачання споживачів з позицій забезпечення ЕБ. Нижній рівень ієрархії представляють галузеві моделі, що дозволяють оцінити потенційні можливості обласних систем нафтопостачання (СНП) і газопостачання (СГП) по задоволенню споживачів відповідними енергоресурсами як у нормальних умовах функціонування, так і в умовах надзвичайних ситуацій.

Опишемо балансову економіко-математичну модель ПЕК України, призначену для дослідження розвитку енергетики України і її регіонів з позицій ЕБ. У математичному змісті дана модель являє собою класичне завдання лінійного програмування, у змістовному (енергоекономічному) – модель, що базується на традиційній територіально-виробничій моделі ПЕК, із блоками електроенергетики, тепло-, газо- і углепостачання, а також мазутопостачання.

Надамо аналіз розробок, що поклали початок сучасної інформаційної технології дослідження ПЕК, і використовуваного на сьогоднішній день інструментарію для дослідження розвитку ПЕК з позицій ЕБ. При цьому в дослідженнях для одержання найбільш достовірного рішення бажано формувати якнайбільше можливих перспективних станів ПЕК, за умови реалізації погроз ЕБ. Традиційна схема проведення досліджень, заснована на детальному аналізі обмеженого числа експертно обраних варіантів розвитку ПЕК не зовсім ефективний у силу неповноти набору можливих варіантів, тривалості й трудомісткості процесу підготовки й розрахунку кожного сценарію, що розраховується. Звідси необхідність у використанні методів комбінаторного моделювання при дослідженні розвитку енергетики з позицій ЕБ.

Розглянемо методологію дослідження варіантів розвитку ПЕК з позицій ЕБ, формуванню принципів створення системи підтримки індикативного аналізу ЕБ України.

Кожен сформований за допомогою методів комбінаторного моделювання стан характеризує окремий варіант розвитку енергетики в конкретний момент часу, формується шляхом різних сполучень станів галузей енергетики по регіонах у цей момент часу.

Виділення раціональних з позицій ЕБ варіантів розвитку ПЕК здійснюється за допомогою проведення індикативного аналізу ЕБ, заснованого на порівнянні значень індикаторів ЕБ з їх граничними або гранично припустимими значеннями, і підготовку на цій основі відповідних висновків і рекомендацій. Якісно в процедурі індикативного аналізу виділяються нормальна, передкризова й кризова ситуації в забезпеченні ЕБ територій.

Для проведення індикативного аналізу в теперішній час використовуються найважливіші індикатори ЕБ, що задовольняють двом вимогам: у сукупності вони повинні покривати весь обсяг інформаційних потреб завдань забезпечення ЕБ; кожний індикатор, їхня сукупність повинні забезпечити максимально можливу вірогідність інформації. Експертно було виділено 10 найважливіших індикаторів ЕБ, розподілених по блоках самозабезпеченості, живучості системи паливо- і енергопостачання, стану основних виробничих фондів. Список даних індикаторів запропонований у таблиці 1.

Далі розкриємо основну проблему при проведенні досліджень за допомогою методів комбінаторного моделювання, покажемо можливі шляхи її рішення. Як відзначалося раніше, відобразити граф розвитку ПЕК дуже великих розмірів практично неможливо, а притягнутим до дослідження експертам фізично неможливо проаналізувати всі можливі стани ПЕК, зрівняти їх між собою. Наприклад, для трьох енергетичних галузей, чотирьох географічних зон і всього лише двох сценаріїв розвитку виділених галузей усього лише для одного року експертів необхідно проаналізувати 512 можливих станів. Положення ускладнюється ще й можливою близькістю розрахункових станів ПЕК по характеристиках функціонування енергетики в регіонах, що приводить до наявності в графі практично ідентичних станів, які можуть дати майже що не відрізняються друг від друга перспективні напрямки розвитку енергетики. І навіть в випадку відбору логічно можливих станів і переходів (відсікання переходів від кращого стану до гіршого) досліджувати подібний граф можливо лише в

рамках спеціалізованої системи підтримки індикативного аналізу ЕБ, і то за умови скорочення в ньому числа станів. Для того, щоб скоротити число досліджуваних перспективних станів і створити базу для проведення їхнього аналізу з позицій ЕБ, у роботі сформульовані принципи обліку вимог ЕБ при аналізі графів розвитку ПЕК, створених за допомогою методів комбінаторного моделювання. Вибір найбільш представницьких станів ПЕК у графі – додатковий крок, що дозволяє експертам згодом виробити найбільш ефективні заходи щодо забезпечення ЕБ досліджуваних територій.

Таблиця 1 – Найважливіші індикатори енергетичної безпеки

Група індикаторів	Індикатори енергетичної безпеки
Блок самозабезпеченості	1. Відношення величини сумарної розташовуваної потужності електростанцій регіону до максимального електричного навантаження споживачів на його території.
	2. Відношення величини суми розташовуваної потужності електростанцій і пропускної здатності міжсистемних зв'язків регіону із сусідніми до максимального електричного навантаження споживачів на його території.
	3. Частка власних первинних ПЕР у споживанні котельно-грубого палива (КГП) на території.
Блок живучості системи паливо-енергопостачання і енергопостачання	1. Частка домінуючого ресурсу в загальному споживанні КГП на території регіону.
	2. Частка найбільш великої електростанції у встановленій електричній потужності регіону.
	3. Рівень потенційної забезпеченості попиту на теплову енергію в умовах різкого похолодання (10% споживання) на території регіону
Блок стану активної частини ОВФ	1. Ступінь зношування основних виробничих фондів (ОВФ) електроенергетики регіону.
	2. Ступінь зношування ОВФ підприємств паливної промисловості території.
	3. Ступінь зношування ОВФ у теплоенергетиці регіону
	4. Відношення уведення встановленої потужності й технічного переозброєння електростанцій території за попередній 5-літній період до встановленої потужності на території.

Вимоги до основних програмних компонентів розробленої системи наступні.

– Підсистема розрахунку індикаторів ЕБ повинна бути призначена для одержання кількісної і якісної оцінок окремих індикаторів ЕБ для кожного можливого стану ПЕК, щоб скористатися ними на етапах формування розрідженого графа розвитку ПЕК і його подальшого аналізу з позицій ЕБ.

– Середовище для відображення графів розвитку ПЕК і їхнього аналізу з позицій ЕБ повинна бути призначена для проведення дослідження розрідженого графа. При формуванні результуючого графа повинна виконуватися двоступінчаста процедура відсічення неприйнятних станів, на першому етапі якої відтинаються неприпустимі по найважливіших індикаторах ЕБ стани ПЕК, на другому – вибираються найбільш представницькі стани за допомогою методів кластерного аналізу.

У розглянутому середовищі велика роль повинна приділятися візуальному поданню результатів проведеного аналізу, у тому числі на вузлах і дугах графа. Для оцінки конкретних аспектів розвитку енергетики з позицій ЕБ необхідний вибір раціональних траєкторій розвитку ПЕК за станом окремих індикаторів ЕБ. Проведення комплексного аналізу траєкторій розвитку ПЕК можливо у випадку вибору субраціональних за найважливішими індикаторами ЕБ траєкторій розвитку, у множині яких експерт зможе

вибрати найбільш перспективну на його погляд траєкторію, можливо не що цілком відповідає вимогам ЕБ.

Питання пошуку траєкторії, найбільш близької до раціонального з позицій ЕБ, у розроблювальному середовищі може бути вирішений за допомогою одного з методів багатокритеріальної оптимізації. Такий підхід може підвищити об'єктивність одержуваних комплексних оцінок, не вимагаючи активної участі притягнутих експертів.

У роботі сформульовані наступні основні вимоги до середовища для відображення графів розвитку ПЕК, і їх аналізу з позицій ЕБ:

1. Реалізація користувальницького інтерфейсу для вивчення графа великої розмірності.
2. Залучення графічних рішень для аналізу станів ПЕК за критеріями функціонування й розвитку енергетики України.
3. Можливість проведення індикативного аналізу станів ПЕК на рівні областей України.
4. Можливість пошуку раціональної й субраціональних траєкторій розвитку ПЕК по індикаторах ЕБ.
5. Забезпечення взаємодії із зовнішніми додатками й базами даних.

Розробка подібного інструментарію може бути проведена на базі спеціалізованого програмного забезпечення для роботи із графами. Такий підхід дозволяє на базі універсальних бібліотек для роботи із графами, створити більш спеціалізовані програми для роботи із графами, спрямовані на рішення конкретних прикладних завдань. Відповідно до цього була запропонована й реалізована наступна технологія створення середовища для відображення графів розвитку ПЕК і їхнього аналізу з позицій ЕБ:

1. Вибір спеціалізованого програмного забезпечення для роботи із графами згідно пред'явленим до середовища вимогам.
2. Вивчення вимог бібліотеки графів до подання графів.
3. Реалізація алгоритмів пошуку раціональної й субраціональних траєкторій розвитку ПЕК по індикаторах ЕБ.
4. Реалізація взаємодії з підсистемою розрахунку індикаторів ЕБ.
5. Інтеграція інструментарію для відображення результатів індикативного аналізу можливих станів ПЕК у спеціалізоване програмне забезпечення.

На підставі сказаного модель середовища для дослідження графів розвитку ПЕК повинна включати:

- блок відображення графів розвитку ПЕК, що підтримує засобт графічного уведення й виводу;
- блок аналізу станів графа, у рамках якого проводиться ідентифікація станів ПЕК по оцінках індикаторів ЕБ;
- блок аналізу траєкторій розвитку ПЕК, що підтримує вибір раціональної й субраціональних траєкторій розвитку ПЕК по оцінках індикаторів ЕБ.

Якісно ситуація з рівнем ЕБ України і її регіонів може бути наочно відображена безпосередньо в графі розвитку ПЕК шляхом колірної диференціації вузлів і дуг графа розвитку ПЕК. Для цього детальний аналіз станів ПЕК з обліком територіального й часового аспектів повинен проводитися в рамках підсистеми індикативного аналізу можливих станів ПЕК. При цьому повинні бути враховані вимоги методики проведення індикативного аналізу, а залучення засобів когнітивної графіки може дозволити аналізувати структуру й зміст даних через колірні рішення, форму, розміри, текстуру, позицію, орієнтацію графічних елементів зображення (наприклад, стовпці, сектори й точки діаграм, колірна ідентифікація полігонів електронних карт або вершин спрямованих графів).

У цілому підсистема індикативного аналізу можливих станів ПЕК повинна відповідати наступним вимогам:

1. Підтримка вимог методики проведення індикативного аналізу ЕБ (одержання нормованих оцінок, одержання на їхній основі якісної оцінки стану по регіонах для окремих індикаторів ЕБ і їхніх груп).

2. Графічне відображення результатів індикативного аналізу станів ПЕК.

3. Можливість створення різних наборів індикаторів.

Аналіз спеціалізованого програмного забезпечення для індикативного аналізу інших предметних областей показав, що вузька предметна спрямованість програмних продуктів найчастіше сприяє введенню обмежень на вихідні набори аналізованих показників, а також особливостям методики проведеного аналізу. Однак адаптувати подібне програмне забезпечення для рішення завдання індикативного аналізу ЕБ за умови гнучкості й відкритості вихідних наборів даних і критеріїв їхнього аналізу, схожості принципів проведення аналізу, наочному графічному поданні результатів аналізу має зміст. Це дозволить створити відносно універсальний інструментарій для аналізу розвитку енергетики України і її регіонів, у тому числі за допомогою індикаторів ЕБ, природно з обліком сформульованих раніше вимог. Тому, у рамках роботи була запропонована й реалізована наступна методика адаптації спеціалізованого програмного забезпечення для рішення завдання відображення результатів індикативного аналізу ЕБ:

1. Дослідження формату вихідних даних для проведення індикативного аналізу.

2. Дослідження алгоритмів нормування вихідних даних, їхні згортки з урахуванням пріоритетності.

3. Облік можливості розбивки даних по територіальній і часовій ознаках.

4. Дослідження підходу до виділення якісного стану об'єкта дослідження.

5. Вивчення й вибір найбільш представницьких форм відображення результатів аналізу.

6. Перетворення фактичних значень індикаторів ЕБ для одержання оцінки рівня ЕБ по прийнятим у програмному забезпеченні правилам виділення якісного стану об'єкта дослідження.

7. Реалізація інтеграції досліджуваного програмного забезпечення.

### **Розробка структурної схеми**

Розглянемо структурну схему системи підтримки індикативного аналізу ЕБ України.

У комплексі формуються графи розвитку галузей ПЕК із заданими характеристиками функціонування галузей. Далі за допомогою блоку комбінаторного моделювання формується граф розвитку ПЕК, кожний стан якого наступним кроком розраховується на балансовій економіко-математичній моделі ПЕК. Із графа виключаються стани, неприпустимі по фінансових і ресурсних обмеженнях. Наступним етапом проводиться кластерний аналіз станів, реалізований у блоці кластерного аналізу.

Вибір представницьких станів ПЕК з повного графа розвитку ПЕК відбувається у два етапи. На кожному з етапів для кожного моменту часу вибираються стани, які розташовані найбільше близько до центра кластера. У результаті для кожного моменту часу відбирається кілька десятків станів, з яких формується розріджений граф розвитку ПЕК.

Питання проведення подальшого аналізу отриманого графа розвитку ПЕК були вирішені в рамках розробленої на базі спеціалізованого програмного забезпечення системи підтримки індикативного аналізу ЕБ України.

Узагальнена структурна схема системи, включаючи основні компоненти розробленої автором системи підтримки індикативного аналізу ЕБ (виділені сірим кольором), представлена на рис. 1.

Підтримка аналізу графів розвитку ПЕК була виконана в рамках мережного інтегрованого середовища для відображення графів розвитку ПЕК і їхнього аналізу з позицій ЕБ. Відправною точкою в розробці середовища послужили існуючі набірочки в області візуалізації й обробки графів. Аналіз існуючого програмного забезпечення показав, що незважаючи на досить широкий спектр програм, здебільшого вони спеціалізовані, або з позицій предметної області (графи «постачені» певною специфічною семантикою), або з



позицій окремих аспектів роботи із графами. Стосовно до завдання дослідження графів розвитку ПЕК, до числа висунутих до даних програм вимог, були віднесені:

- якісна й ефективна робота з більшими графами довільної семантики;
- вибір вільно розповсюдженого програмного забезпечення;
- можливість подальшої підтримки розроблювачами цих проектів;
- відкритість вихідних кодів.

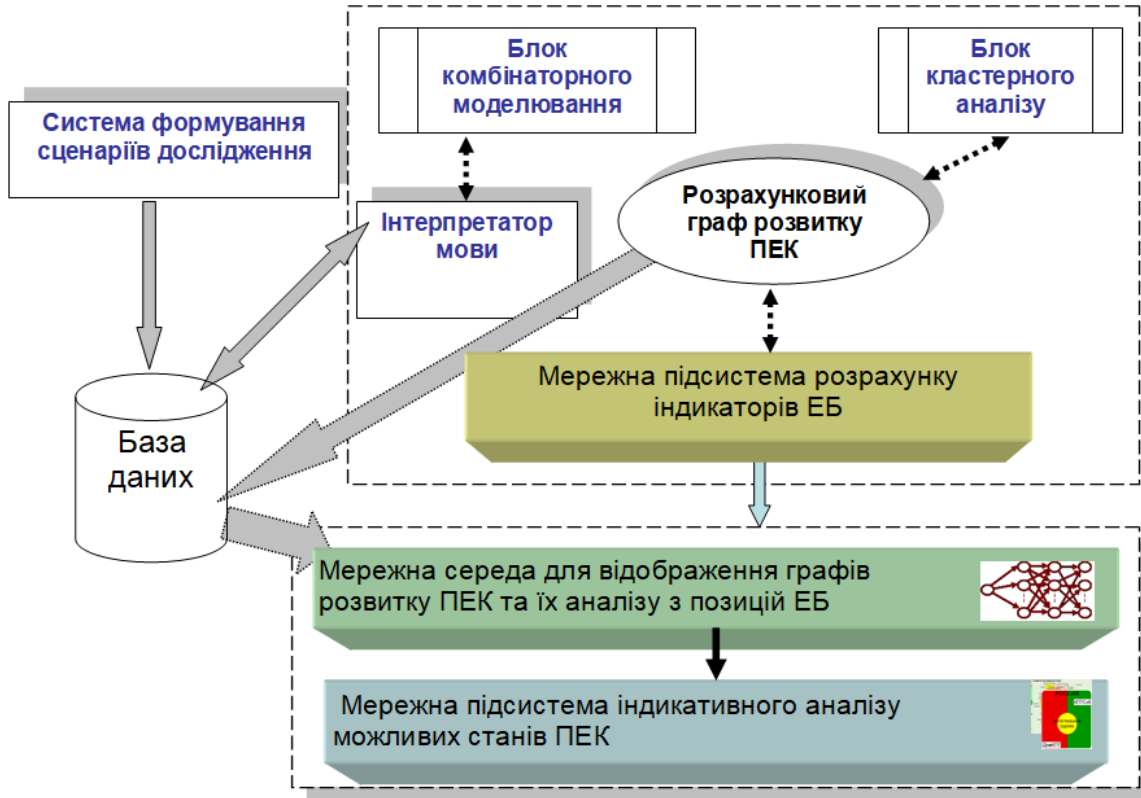


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Була реалізована наступна технологія застосування розробленого середовища:

1. Ідентифікація станів ПЕК по оцінках окремих індикаторів ЕБ виконується з наступним фарбуванням вузлів графа. У табличній формі наводяться дані, згруповані за критеріями й вузлами.

2. Пошук траєкторій розвитку ПЕК, раціональних по окремих індикаторах ЕБ, виконаний за допомогою алгоритму Флойда-Уоршала для знаходження найкоротшого шляху між парами вузлів по вагам (або довжинам) дуг. У таблицях приводиться список можливих траєкторій розвитку ПЕК з результуючою вагою траєкторій і переліком характеристик вузлів, що входять у траєкторії.

3. Формування графа субраціональних траєкторій розвитку ПЕК по окремих індикаторах ЕБ виробляється у два етапи також за допомогою алгоритму Флойда-Уоршала. На першому етапі послідовним розглядом всіх станів ПЕК від вихідного моменту часу до кінцевого визначаються величини витрат на досягнення кожного стану. На другому – зворотним переглядом станів (від кінцевих станів ПЕК до вихідного) визначаються величини мінімальних витрат, що відповідають системі, що розвивається, з кожного стану до одному з кінцевих станів. Мінімальні витрати по всім які проходять стан траєкторіям ПЕК, рівні сумі значень мінімальних витрат на досягнення даного стану й мінімальних витрат на подальший розвиток, – величина, за якою визначають субраціональність стану. Діапазони числового інтервалу для влучення стану в категорію субраціонального задається експертами величиною збільшення до найкращого значення критерію.

4. Пошук траєкторії, найбільш близької до раціональної з позицій ЕБ, здійснюється за критерієм мінімального усередненого рівня погіршення якості об'єкта дослідження (енергетики) у порівнянні з іншими негіршими альтернативами (траєкторіями). Використовуваний метод оптимізації припускає рівнозначність аналізованих критеріїв, тому в системі розглядається лише як механізм підказки можливого напрямку розвитку ПЕК, найбільш перспективного з позицій ЕБ.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів підтримки індикативного аналізу. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем підтримки індикативного аналізу; Досліджена система підтримки індикативного аналізу; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи підтримки індикативного аналізу; Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання підтримки індикативного аналізу. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
2. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
3. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022, pp. 1-12.
4. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sherov Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
5. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, KL., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
6. Kuznetsov, A., Oleshko, I., Chernov, K., Bagmut, M., Smirnova, T. «Biometric authentication using convolutional neural networks». Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 152, 2021, Pages 85-98.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
8. Smirnov O., Neskorodieva T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». CEUR Workshop Proceedings Volume 3101, 2021, Pages 192-207.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
14. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
15. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete

- Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  18. Smirnov, O., Ulichev, O., Meleshko, Y., Khokh, V., Goncharenko, I. «Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 215-227, 2019.
  19. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
  22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

УДК 004

А.Заєць, магістр гр. КН-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗАВАНТАЖЕННЯ ФАЙЛІВ З МЕРЕЖІ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ТОРРЕНТУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи завантаження файлів з мережі за технологією торренту. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи завантаження файлів з мережі за технологією торренту. Об'єктом дослідження є процес завантаження файлів з мережі за технологією торренту. Предметом дослідження є методи завантаження файлів з мережі за технологією торренту. Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи завантаження файлів з мережі за технологією торренту. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** BitTorrent – це протокол передачі в Інтернеті. Так само як http (протокол передачі гіпертексту) і ftp (протокол передачі файлів), BitTorrent – це спосіб завантажувати файли з Інтернету. Однак, на відміну від http і ftp, BitTorrent є розподіленим протоколом передачі.

Протокол BitTorrent peer-to-peer (P2P) знаходить користувачів із файлами, які потрібні іншим користувачам, а потім одночасно завантажує фрагменти файлів від цих користувачів. Отже, швидкість передачі є вищою, ніж у http і ftp, які завантажують файли послідовно лише з одного джерела.

У 2005 році, за оцінками, на BitTorrent припадало близько 35 відсотків усього інтернет-трафіку. Після різкого зростання на початку 2008 року популярність BitTorrent поступово впала зі збільшенням швидкості Інтернету.

У той самий проміжок часу потокові сервіси, такі як Netflix, Hulu та Amazon Prime, домінували на ринку з недорогими завантаженнями. У результаті 10-відсоткова частка всього трафіку завантажень BitTorrent у Північній Америці в 2018 році впала до 3 відсотків до 2023 року.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи завантаження файлів з мережі за технологією торренту.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи завантаження файлів з мережі за технологією торренту.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем завантаження файлів з мережі за технологією торренту.
- Дослідження системи завантаження файлів з мережі за технологією торренту.
- Програмна реалізація системи завантаження файлів з мережі за технологією торренту.

*Об'єктом дослідження* є процес завантаження файлів з мережі за технологією торренту.

*Предметом дослідження* є методи завантаження файлів з мережі за технологією торренту.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Насправді, торренти – це онлайн-файли, які передаються через децентралізовану однорангову мережу, також звану мережею P2P, з BitTorrent протокол. Ці торрент-файли не зберігаються в централізованому місці, а зберігаються окремо в однорангових комп'ютерах, які приєдналися до мережі P2P.

Але який зв'язок між торрентом і торрент-клієнтом? Коли ви хочете завантажити файли з торрент-файлів, торрент-клієнт може проаналізувати детальну інформацію, включаючи ім'я, розмір, розташування та інше, що міститься у файлах торрент-файлів, а потім зв'язатися з кожним завантажувачем, щоб завантажити ці файли на ваш комп'ютер.

Однорангові служби обміну файлами, такі як торренти, часто блокуються провайдером (Інтернет-провайдер) та мережевими адміністраторів, особливо коли ви перебуваєте в обмежених місцях, таких як офіси, коледжі та школи, головним чином через те, що торрент-файли споживають велику пропускну здатність. Більш того, іноді торрент-клієнти можуть викликати проблеми з вашим комп'ютером через неминучу рекламу та надзвичайно повільну швидкість завантаження.

Якщо ви зіткнулися зі складними ситуаціями, перерахованими вище, або ви просто не хочете нічого встановлювати на свій комп'ютер, а також завантажувати торрент-файли на високій швидкості за допомогою простих кроків, на щастя, є 3 найкращі надійні способи завантаження торрент-файлів онлайн без клієнта за допомогою за допомогою MultCloud, Bitport і Seedr.

Оскільки ви хочете безпосередньо завантажувати торрент без клієнта на свій комп'ютер, тут ми пропонуємо 3 чудові інструменти, які допоможуть вам виконати завдання завантаження без встановлення будь-якого торрент-клієнта на ваш комп'ютер. Серед цих корисних інструментів MultCloud і Bitport постачаються на зручному веб-сайті з різними додатковими функціями, а Seedr дозволяє використовувати через розширення Chrome.

### **Рішення 1: Як завантажувати торренти без клієнта за допомогою MultCloud**

MultCloud є безкоштовний хмарний файловий менеджер який дозволяє об'єднати всі ваші хмарні диски та разом керувати файлами, що зберігаються в цих хмарах, в одному інтерфейсі. Ви можете не тільки передавати, синхронізувати або створювати резервні копії даних із хмари в хмару в MultCloud, але й керувати своїми хмарними обліковими записами за допомогою функцій завантаження, завантаження, копіювання, перейменування, перегляду, вирізання. Більше того, ви можете ділитися файлами з різних хмар одержувачам одразу в MultCloud за допомогою режимів Public Share, Private Share та Source Share.

Таким чином, ви можете використовувати одну з відмінних функцій MultCloud під назвою **Remote Upload**, щоб завантажувати торрент без клієнта безпосередньо на ваші хмарні диски. Таким чином, вас не турбуватиме повільна швидкість передачі під час використання торрент-клієнта, оскільки завдання завантаження швидко виконується фоновією програмою MultCloud, але не вашою мережею.

Крім того, коли ви використовуєте Remote Upload для завантаження торрент-файлів у свої хмари, ви можете отримати доступ до цих файлів будь-де через будь-який пристрій, який може увійти у ваші хмари, не займаючи пам'яті ваших пристроїв. Ви також можете завантажити їх на свій комп'ютер або мобільний телефон із хмарних дисків із більшою швидкістю завантаження.

Тут ми беремо рішення приблизно завантажити торрент на Google Drive як приклад:

Крок 1: Зареєструватися MultCloud безкоштовно.

Крок 2. Натисніть «Додати хмару» та дотримуйтесь інструкцій у спливаючому вікні, щоб додати Google Drive та інші хмари до MultCloud.

MultCloud підтримує понад 30 провідних хмарних служб, включаючи Google Drive, MEGA, Dropbox, OneDrive, Flickr тощо. Отже, ви можете вільно додавати скільки завгодно хмар у MultCloud.



Крок 3. Увійдіть у свій обліковий запис Google Drive у MultCloud і виберіть «Віддалене завантаження» у спадному меню.

Використовуйте віддалене завантаження, щоб завантажити торрент без клієнта

Крок 4: Натисніть «Додати торрент» у спливаючому вікні. Потім знайдіть торрент-файл в іншому спливаючому вікні та натисніть «Відкрити».

Додайте торрент на свій Cloud Drive

Крок 5: Виберіть цільові файли, які ви хочете завантажити з торрента. Потім натисніть фіолетову кнопку «Завантажити». І завдання завантаження виконано.

Поради:

– Як безкоштовний користувач MultCloud ви можете створити одне завдання віддаленого завантаження з одним торрентом або іншим видом посилання для виконання одночасно. І якщо ви оновлюєте ваш обліковий запис MultCloud на вищій рівень, ви можете створити щонайбільше 5 завдань для одночасного виконання.

– Навіть MultCloud не встановлює обмежень на швидкість передачі даних, що означає, що ви можете використовувати Remote Upload для завантаження торрент-файлів із найвищою швидкістю.

### **Рішення 2: завантажуйте торренти без клієнта за допомогою Bitport**

Bitport є одним із найпопулярніших хмарних торрент-сервісів, який дозволяє завантажувати торренти через його хмару, а потім на ваші пристрої з високою швидкістю. Якщо ваші торрент-файли досить базові, ви можете спробувати цей інструмент для завантаження торрент-файлів за допомогою веб-браузера.

Крок 1. Створіть обліковий запис Bitport або скористайтеся обліковим записом Facebook, щоб увійти.

Крок 2. Знайдіть торрент-файл на своєму комп'ютері або просто перетягніть торрент-файл у Bitport.

Крок 3: Натисніть «Додати новий торрент». Потім ви можете знайти всі файли, завантажені з торрента, у списку «Готово».

Крок 4. Ви можете вибрати деякі файли для завантаження на свій комп'ютер або просто завантажити папку як файл zip.

Завантажте торрент-файл із Bitport

### **Рішення 3: завантажуйте торрент-файли онлайн без клієнта за допомогою Seedr**

Іншим чудовим інструментом, який допоможе вам завантажити торрент без торрент-клієнта, є Seedr, який не обмежує швидкість завантаження торрент-файлів. Обмеження файлу становить 2 ГБ, що є як загальною ємністю пам'яті, так і максимальним розміром одного завдання завантаження торрент-файлу. Ви можете передавати лише один торрент за раз через Seedr, але можете завантажувати кілька готових торрентів одночасно.

Більше того, якщо ви використовуєте Google Chrome як щоденний браузер, ви можете швидко завантажити торрент через розширення Chrome Bitport, клацнувши торрент правою кнопкою миші та вибравши «Додати до Seedr».

Крок 1: Завантажте Seedr Розширення Chrome із браузера Chrome.

Крок 2: зареєструйтесь у Seedr за допомогою електронної пошти.

Крок 3. Натисніть кнопку завантаження та знайдіть торрент-файл на своєму комп'ютері. Потім натисніть «Відкрити» у спливаючому вікні.

Крок 4. Ви можете двічі клацнути завантажену папку, щоб дізнатися цільові файли, або натиснути кнопку завантаження поруч із папкою, щоб завантажити файли на свій комп'ютер.

Завантажте торрент онлайн без клієнта в Seedr

Переглянувши 3 популярних способи завантаження торрентів без клієнта, ви, можливо, вже дізналися, наскільки просто завантажувати торренти онлайн за допомогою MultCloud, Bitport або Seedr.

Порівняно з Bitport і Seedr, ви також можете виявити, що MultCloud може запропонувати вам більше можливостей, особливо коли ви працюєте з хмарними дисками.

Насправді, ви можете перенести всі файли Google Drive з одного облікового запису в інший або відразу в інші ваші хмари, щоб упорядкувати файли, що зберігаються у ваших хмарах, і зберегти сховище ваших хмар, одночасно досягаючи чудового керування хмарними дисками.

BitTorrent Web – це простий у користуванні онлайнний торрент-клієнт, який використовує ваш браузер за умовчанням. Якщо ви вже знаєте, де знайти свій торрент-файл, ви можете клацнути його або перетягнути торрент у вікно браузера BitTorrent Web. Крім того, ви можете скористатися полем пошуку у верхній частині веб-вікна BitTorrent, щоб знайти завантажений торрент-файл. Якщо у вас встановлено безпечний торрент-сканер, який пропонується вам невдовзі після встановлення BitTorrent Web, він допоможе вам знаходити та завантажувати торрент-файли з результатів пошуку, тобто вам не потрібно відвідувати потенційно шкідливі веб-сайти. Ви можете вказати конкретний жорсткий диск або папку, куди потрібно завантажувати торренти. Ви також можете змінити папку завантаження за замовчуванням у налаштуваннях BitTorrent Web. Якщо файл є відео- чи аудіофайлом, ви можете передавати торрент-файли в медіапрогравачі, вбудованому у веб-торрент-клієнт вашого браузера.

### **Як транслювати торрент файли**

BitTorrent Web спрощує потокову передачу торрент-файлів. Після встановлення у ваш улюблений браузер веб-торрент-клієнт дозволяє завантажувати будь-який тип файлу у вибрану вами папку. Однак, якщо файл є аудіо чи відео, ви можете передавати його у вікні браузера за допомогою вбудованого програвача. Найкраще те, що вам не потрібно чекати, поки файл закінчиться завантаження - ви можете відтворити його майже миттєво після початку завантаження. Коли ви створите свою бібліотеку завантажених файлів, ви можете використовувати BitTorrent Web як улюблений медіаплеєр для потокової передачі онлайн-торрентів.

Швидкість BitTorrent – це функція, яка розширює традиційний досвід наших торрент-клієнтів на базі Windows і Mac. Під час завантаження або оновлення до останньої версії µTorrent Classic для Windows, або BitTorrent або µTorrent Web, цифровий криптовалютний гаманець і баланс токенів ВТТ буде автоматично ввімкнено.

Під час завантаження торрентів BitTorrent Speed автоматично призначає BitTorrent (ВТТ) іншим користувачам для більшої швидкості. Просто використовуйте торрент-програму, як зазвичай, більше нічого не потрібно вивчати чи робити.

Коли завершується завантаження торрент-файлу, ваш клієнт BitTorrent може автоматично заробляти ВТТ шляхом заповнення. Чим довше ви роздаєте торренти, тим більше торрент-токенів ВТТ ви зможете заробити.

### **Інформаційна панель**

Відстежуйте та керуйте своїми прибутками та покращеною швидкістю завантаження в одному місці.

### **Гаманець**

Контролюйте свої активи ВТТ у зашифрованому гаманці. Надсилайте або отримуйте токени простим клацанням.

### **Переваги**

Причини спробувати швидкість BitTorrent.

### **Простий у використанні**

Переваги швидкості BitTorrent автоматизовані, включаючи ставки токенів для швидшого завантаження та винагороди токенів ВТТ. Вам не потрібно вчитися нічого нового.

### **Зворотна сумісність**

Не хочете заробляти токени за допомогою швидкості BitTorrent? Ви можете продовжувати використовувати наявний клієнт, оскільки він повністю сумісний із новим поколінням торрент-клієнтів із підтримкою BitTorrent Speed.

### **Ніякого майнінгу**

Блокчейн не потребує ресурсів вашого комп'ютера для обробки транзакцій, тому програми BitTorrent ніколи не майнитимуть.

### **Безкоштовне використання**

Незважаючи на додавання швидкості BitTorrent, сімейство продуктів BitTorrent завжди буде безкоштовним для всіх.

BitTorrent Speed – це продукт, який забезпечує високу швидкість завантаження, але це не єдиний спосіб підвищити продуктивність вашого торрент-клієнта. Нижче наведено кілька порад, які допоможуть пришвидшити настільний торрент-клієнт BitTorrent Classic і онлайн-завантажувач торрент-файлів BitTorrent Web.

Оскільки протокол BitTorrent покладається на те, що користувачі з іншими клієнтами BitTorrent заповнюють (також відомий як спільний доступ) файл, який ви хочете завантажити, важливо перевірити кількість початкових даних. Якщо торрент має мало сидів або їх немає, можливо, неможливо буде завантажити всі потрібні файли. Подібним чином, якщо кількість сидерів (користувачів, які надають спільний доступ до вашого файлу) значно перевищує кількість лечірів (користувачів, які завантажують ваш файл), вашій торрент-програмі може знадобитися більше часу, щоб завантажити весь торрент. У BitTorrent Classic ви можете перевірити це співвідношення, клацнувши вкладку «Trackers» і подивившись у стовпець Seeds and Peers.

### **Обмежте кількість завантажень**

Хоча BitTorrent Classic – це програма для масового завантаження торрент-файлів, а BitTorrent Web дає змогу завантажувати декілька файлів одночасно, чим більше завантажень ви виконуєте, тим довше триватиме кожне окреме завантаження. Якщо вам потрібно оптимізувати швидкість завантаження BitTorrent для одного торрента, майте це на увазі, перш ніж розпочати кілька завантажень. Або, якщо торренти вже завантажуються, призупиніть кілька, щоб пришвидшити пріоритетне завантаження.

Коли завершиться завантаження файлу, дайте йому почати роботу, щоб отримати BitTorrent (БТТ)

### **Легко знайти торренти**

Використовуйте утиліту безпечного сканування торрент-файлів, щоб швидко знаходити, завантажувати та відтворювати торренти за кілька простих кроків.

### **Відтворюйте торрент-файли відразу**

Відтворюйте торрент-файли та магнітні посилання під час їх завантаження у вікні браузера.

### **Простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс**

Веб-торрент-клієнт встановлюється у ваш улюблений веб-переглядач і спрощує завантаження торрент-файлів.

### **Завантажте будь-який тип файлу**

BitTorrent Web призначений не лише для відео. Завантажте будь-який файл для локального зберігання у вибраній вами папці.

### **Економте мережеві ресурси**

Встановіть обмеження швидкості завантаження/завантаження, щоб звільнити ресурси мережі для виконання інших завдань в Інтернеті.

### **Розробка структурної схеми**

У мережі BitTorrent файл розбивається на частини, а потім розповсюджується по мережі. Фрагмент є одиницею передачі, і коли одноранговий вузол має всі фрагменти, він об'єднує їх і повторно створює весь файл.

### **Важливість стратегії вибору фрагмента**

Наявність стратегії вибору частин є важливою, тому що, якщо кожен окремих пір починає першим із першої частини, це збільшить навантаження на однієї/сидів, які їх мають; тим самим зменшуючи швидкість розподілу.

Що, якщо перед тим, як хтось зможе завантажити останні кілька фрагментів, розсівач (з усіма фрагментами) залишить мережу? жоден із розпусників не зможе завершити завантаження.

### **Вибір найрідкісніших перших творів**

Основна ідея: віддавати пріоритет завантаженню найрідкіснішого твору в мережі.

### **Переваги**

#### **Поширення насіння**

Стратегія вибору першої рідкісної частини гарантує, що лише «нові» частини (які не містять інших п'явок) завантажуються з розсівача. Отримуємо швидкий розподіл шматків у мережі та знижене навантаження на сівалку.

#### **Збільшує швидкість завантаження**

Оскільки більше однолітків мають різні частини, вони можуть швидко торгувати між собою та швидше завершувати завантаження.

#### **Увімкнення завантаження**

Коли у одного з колег є рідкісний твір, кожен інший буде зацікавлений у тому, щоб завантажити його. Через взаємно-поступальний рух він часто відключається від інших, отримуючи кращу швидкість завантаження.

#### **Запобігання рідкісним відсутнім фрагментам**

Встановлюючи пріоритет для завантаження найрідкісніших предметів, ми гарантуємо, що рідкісні предмети не зникнуть з мережі, навіть коли сідер залишиться.

#### **Як обчислити найрідкісніший шматок?**

Є два способи дізнатися, які фігури є у однолітків

1. Мати повідомлення: партнер у мережі транслює фрагменти, які має.
2. Повідомлення Bitfield: під час початкового рукостискання партнер надсилає повідомлення Bitfield, яке містить фрагменти, які він містить.

Кожен одноранговий вузол підтримує доступність одиниць у своєму наборі однорангових пристроїв і використовує її для обчислення найрідкіснішої частини.

#### **Випадкова перша політика**

Коли партнер приєднується до мережі, щоб активно брати участь, йому потрібно отримати першу частину якнайшвидше, і, отже, замість того, щоб спочатку вибирати найрідкіснішу, вона шукає випадкові частини.

#### **Суворі політика пріоритетів**

Файл розбивається на частини, а частина розбивається на блоки. Блоки – це те, що передається. Отже, коли витягується блок фрагмента, ми надаємо пріоритет завантаженню всіх блоків того самого фрагмента, перш ніж переходити до нового.

#### **Режим завершення гри**

Завантаження останніх кількох частин може зайняти час і, отже, одноранговий. У режимі кінцевої гри одноранговий вузол надсилає запит усім одноранговим користувачам щодо кожного блоку, який залишився.

Однорангові вузли відповідають блоком, і завантаження завершується швидше.

#### **Роль трекеру**

Трекер вважається «слабким» місцем системи BitTorrent, оскільки при його відключенні нові клієнти просто не можуть один одного «знайти». При цьому вужі клієнти, що беруть участь у роздачі, можуть якийсь час продовжувати файлообмін, поступово втрачаючи тих, хто відключився або в кого помінялася IP-адреса.

#### **Частні (закриті) трекери**

Для ідентифікації конкретного клієнта трекер використовує або IP-адресу користувача, або унікальний для кожного користувача ключ (так званий user key або pass key), що додається трекером у torrent-файл при завантаженні його користувачем.

### **Каталог BitTorrent**

Каталог BitTorrent – список torrent-файлів, призначений для їхнього пошуку й завантаження через BitTorrent. Звичайно веб-сайт або IRC бот XDCC. Часто помилково називають трекером, через наявність останнього в складі деяких каталогів.

### **ТоррентPier**

Один із самих популярних движків (російськомовних і не тільки) BitTorrent-трекеру. В основі організації лежить принцип торрент →топик, тобто торренту зіставлена єдина тема на форумі. Torrent-файл завантажується в перше повідомлення теми автором, після чого відбувається реєстрація цього торренту на трекері. Варто врахувати, що хоча форумна й трекерна частини досить тісно інтегровані, трекерна частина використовує окремі таблиці в БД, тому можливо відокремити трекерну частину (анонсер) і винести її, приміром, на окремий сервер.

### **TBDev**

Розроблявся переважно для каталогу torrentbits.org, згодом був викладений під GNU General Public License. Виконаний як система керування вмістом. Має безліч модифікацій.

### **Опис.torrent-файлу**

Файл метаданих є словником в bencode форматі з розширенням.torrent – використовується в р2р мережі BitTorrent і містить інформацію про файли, трекерах і ін.

Містить наступну інформацію:

- URL трекеру.
- Загальну інформацію про файли (ім'я, довжину та ін.) у даній роздачі.
- Контрольні суми (точніше, геш-суми SHA-1) сегментів файлів, що роздаються.
- Passkey користувача, якщо він зареєстрований на даному трекері. Довжина ключа встановлюється трекером.
- (Необов'язково) геш-суми файлів цілком.
- (Необов'язково) Альтернативні джерела, що працюють не за протоколом BitTorrent. Найпоширеніший підтримку так званих web-сідів (протокол HTTP), але припустимими також є ftp, ed2k, magnet URI.

На рисунку 1 зображена структурна схема системи. Вона складається з наступних блоків:

- Блок меню.
- Панель інструментів.
- Вікно інформації про завантажувемі та роздавані файли.
- Вікно докладної інформації.
- Список категорій.
- Вікно рядку стану.



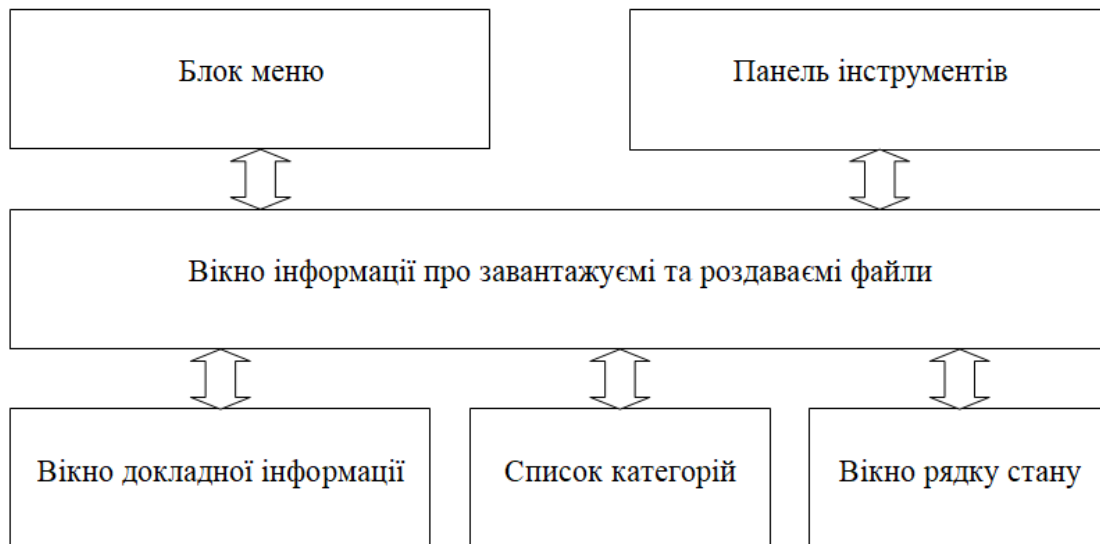


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів завантаження файлів з мережі за технологією торренту. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем завантаження файлів з мережі за технологією торренту; Досліджена система завантаження файлів з мережі за технологією торренту; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи завантаження файлів з мережі за технологією торренту. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання завантаження файлів з мережі за технологією торренту. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
2. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
3. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
4. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
5. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції ґешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.
6. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції ґешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
7. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції ґешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.

8. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95
9. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
10. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
11. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.
12. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
13. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
14. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
16. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139
17. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.
18. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
19. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К. Метод формування антивірусного захисту даних з використанням безпечної маршрутизації метаданих. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – Том 3 № 3. – Київ: КУ ім. Бориса Грінченка. – 2019. – С. 63-87.
20. Смірнов О.А., Гнатюк С.О., Кавун С.В., Терейковський І.А., Жмурко Т.О., Смірнов С.А., Коваленко А.С. Основи безпеки в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2018. – 177 с.
21. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
22. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Алгоритми формування безлічі маршрутів передачі метаданих у антивірусні хмарні системи. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 5 (142). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 148-152.

УДК 004

О.Іванченко, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи підтримки прийняття управлінських рішень. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи підтримки прийняття управлінських рішень. Об'єктом дослідження є процес підтримки прийняття управлінських рішень. Предметом дослідження є методи підтримки прийняття управлінських рішень. Методи дослідження базуються на методах теорії підтримки прийняття управлінських рішень, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи підтримки прийняття управлінських рішень. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Дослідження систем підтримки прийняття рішень (СППР) проводилися протягом більше 35 років, і такі системи виявилися корисними для підтримки напівструктурованих і неструктурованих проблем [1]. Основна мета СППР полягає в тому, щоб надати користувачам інструменти, які покращують процес прийняття рішень, що призводить до більш обґрунтованих рішень [1]. Однак, незважаючи на зростання розвитку СППР, розширення широти використання було скромним [1]. СППР найбільш широко використовуються в сферах корпоративного функціонального управління, таких як маркетинг і логістика, з обмеженим використанням у некорпоративних сферах, таких як медицина [11]. Хоча були проведені деякі дослідження щодо прийняття СППР у таких сферах, як сільське господарство [17] та маркетинг [10], існує мало досліджень щодо прийняття СППР у сфері медицини, незважаючи на потенціал клінічних СППР забезпечити покращення в таких сферах, як: якість медичної допомоги [13]; профілактика захворювань [15]; лікування захворювання та дозування ліків [19]; лікування хронічних соматичних захворювань [7]; варіації рішень між практиками [11]; та дотримання настанов [16]. Клінічні СППР – це бази знань, які містять можливість робити висновки на основі відомої інформації на основі попереднього досвіду чи знань [16].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи підтримки прийняття управлінських рішень.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи підтримки прийняття управлінських рішень.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем підтримки прийняття управлінських рішень.
- Дослідження системи підтримки прийняття управлінських рішень.
- Програмна реалізація системи підтримки прийняття управлінських рішень.

*Об'єктом дослідження* є процес підтримки прийняття управлінських рішень.

*Предметом дослідження* є методи підтримки прийняття управлінських рішень.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії підтримки прийняття управлінських рішень, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень (ІСППР).** Користувачі також можуть використовувати штучний інтелект (ШІ) у системах підтримки прийняття рішень. Інтелектуальний інтелект, що називається інтелектуальними системами підтримки прийняття рішень (ІСППР), видобуває та обробляє великі обсяги даних, щоб отримати розуміння та надати рекомендації для кращого прийняття рішень. Це робиться шляхом аналізу багатьох джерел даних і виявлення закономірностей, тенденцій і асоціацій, щоб імітувати здатність людини приймати рішення.

У звіті NEDST [11] СППР класифіковано на чотири типи. СППР типу 1 надає інформацію, яка потребує подальшого аналізу, перш ніж користувач зможе прийняти рішення. Тип 2 СППР забезпечує аналіз тенденцій клінічного стану пацієнтів та/або клінічних сповіщень. Тип 3 СППР використовує бази знань і механізми висновків для створення рекомендацій. Нарешті, СППР типу 4 тісно пов'язані з типом 3, але оснащені можливостями автономного навчання, такими як міркування на основі конкретних випадків, нейронні мережі та аналіз дискримінації для більш просунутої підтримки прийняття рішень. Застосовуючи категорії СППР і визначення клінічного СППР, категорії 1 і 2 NEDST [11] не класифікуються як СППР, лише СППР типів 3 і 4 вважаються фактичними СППР. Під час інвентаризації було визначено, що лише п'ять із 35 систем належали до типу 3 або типу 4. Системи типу 1 і 2 більше схожі на системи MIS, які можуть допомогти у прийнятті рішень, але насправді не є типовими СППР. Таким чином, для цього дослідження лише клінічна СППР типу 3 або 4 буде вважатися СППР.

Сфера сприйняття інформаційних технологій (ІТ) користувачами, а не лише у сферах СППР чи охорони здоров'я, породила значні дослідження. Ряд моделей покликані пояснити прийняття та намір використовувати ІТ [18], [11], [15]. Наприклад, теорія розповсюдження інновацій Роджера досліджує зв'язок характеристик інновації (не конкретно ІТ) зі швидкістю її впровадження на рівні організації, а не на індивідуальному рівні; як наслідок, це виявляється дещо обмеженим щодо індивідуального усиновлення [11]. У центрі уваги цього дослідження – індивідуальне прийняття, і, отже, модель, на якій базуватиметься це дослідження, є Єдиною теорією прийняття та використання технологій (UTAUT) [15], яка підтримує цю точку зору. UTAUT базується на восьми моделях прийняття ІТ, включаючи широко досліджену модель прийняття технологій (TAM). UTAUT синтезує ці вісім попередніх моделей на основі їхніх унікальних і значущих елементів [15]. UTAUT містить чотири основні детермінанти наміру та використання: очікувана ефективність, очікувана ефективність, соціальні впливи та сприяючі умови, а також чотири модеруючі змінні: стать, вік, досвід та добровільність використання. UTAUT пояснює до 70% відхилень у поведінкових намірах у порівнянні з 30–40% для конкуруючих моделей [11], [15] і є важливим кроком у дослідженні прийняття [15]. Через свою початкову стадію UTAUT було включено лише в кілька досліджень на сьогодні [8], [12], [14], які знайшли підтримку для більшості конструкцій, а також для загальної моделі.

Хоча дослідження прийнятності технології були проведені для багатьох різних типів систем [10], [15], їх застосування до СППР обмежене. Існуючі дослідження часто використовують TAM [17]. Інші дослідження не містять жодних посилань на конкретну модель прийняття, а розглядають конкретні питання [14], [13]. СППР відрізняються від інших технологій своєю здатністю надавати поради користувачеві, який приймає рішення, і тому необхідно встановити фактори, що впливають на використання СППР. Було стверджено, що поточні моделі прийняття технологій не підходять для більш складних, просунутих технологій, а більше підходять для простіших технологій, таких як електронна пошта та обробка текстів [1]. Багато досліджень із впровадження та прийняття технологій були зосереджені на використанні цих простіших технологій і використовували студентів університетів як суб'єктів. Тому важливо розглядати ці моделі з використанням більш складної технології, застосованої в новому контексті до предметів, відмінних від учнів. Таким чином, у цьому дослідженні розглядатиметься використання СППР у контексті охорони здоров'я з використанням лікарів загальної практики (GP) як суб'єктів.

### Комунікаційні та групові СППР

Система підтримки групового прийняття рішень, що керується спілкуванням, використовує різноманітні інструменти спілкування, такі як електронна пошта, обмін миттєвими повідомленнями чи голосовий чат, щоб дозволити кільком особам працювати над одним завданням. Метою цього типу СППР є посилення співпраці між користувачами та системою та підвищення загальної ефективності та результативності системи.

#### Приклади систем підтримки прийняття рішень

Організації використовують системи підтримки прийняття рішень у кількох різних контекстах, зокрема:

– **GPS-маршрутизація.** Планування маршруту GPS є прикладом типового СППР. Він порівнює різні маршрути, враховуючи такі фактори, як відстань, час у дорозі та вартість. Навігаційна система GPS також дозволяє користувачам вибирати альтернативні маршрути, відображаючи їх на карті та надаючи покрокові інструкції.

– **Інформаційні панелі ERP.** Інформаційні панелі ERP (планування ресурсів підприємства) можуть використовувати систему підтримки прийняття рішень для візуалізації змін у виробничих і бізнес-процесах, моніторингу поточної ефективності бізнесу щодо поставлених цілей і визначення областей для вдосконалення. Інформаційні панелі ERP дозволяють власникам бізнесу переглядати найважливіші цифри та показники своєї компанії.

– **Система підтримки прийняття клінічних рішень.** Система підтримки клінічних рішень (ККСППР) – це програмне забезпечення, яке використовує розширені алгоритми прийняття рішень, щоб допомогти лікарям приймати найкращі медичні рішення. Медичні працівники часто використовують їх для інтерпретації записів пацієнтів і результатів аналізів, а також для розрахунку найкращого плану лікування. ККСППР у сфері охорони здоров'я може допомогти постачальникам визначати аномалії під час певних тестів, а також спостерігати за пацієнтами після певних процедур, щоб визначити, чи є у них будь-які побічні реакції.

#### Розробка структурної схеми

У сучасній СППР повинні бути реалізовані й перший і другий інструментарій, причому вони повинні бути взаємозалежні. Тобто інструментарій підготовки даних повинен бути реалізований з обліком того, що ці дані, можливо, будуть потім використані інструментарієм вироблення рекомендацій. Об'єднання двох інструментаріїв у рамках однієї системи дає більше зручний спосіб взаємодії користувача зі СППР. У процедурі прийняття рішень менеджер може одночасно використовувати інформацію, отриману різними шляхами: будь то звичайні або більше складні агреговані запити, отримані за допомогою OLAP-засобів, або «нові» знання, отримані в ході застосування методів і технологій ІАД.

#### OLAP (Online Analytical Processing – оперативна аналітична обробка)

Поряд з іншими засобами аналізу даних під час бурхливого розвитку комп'ютерних засобів з'явилась технологія багатомірного аналізу даних OLAP (Online Analytical Processing – оперативна аналітична обробка).

Всі OLAP-продукти характеризуються загальними принципами побудови [1]:

1. В якості зовнішнього інтерфейсу вони надають керовану динамічну таблицю. На вхід динамічної таблиці подається багатовимірний масив. Масив складається з даних двох типів: вимірювань і фактів. Вимірювання стають колонками і рядками динамічної таблиці. У них відображаються члени вимірювань. На перетині колонок і рядків розміщені факти.

2. Колонки та рядки є основними інструментами управління таблицею. З їх допомогою користувач може маніпулювати вихідними даними: міняти місцями рядки і колонки, встановлювати фільтри з вимірювань, деталізувати інформацію або навпаки узагальнювати її. При цьому проміжні і остаточні підсумки за фактами автоматично перераховуються. Виконання цих операцій забезпечується OLAP-машиною (або машиною OLAP-обчислень). Самі маніпуляції з даними носять назву OLAP-операцій.



3. Ще однією важливою стороною OLAP-аналізу є графічне відображення даних. Графік синхронізований з динамічною таблицею. Після виконання будь-OLAP-операції дані перераховуються, а графік перемальовується.

### **Інтегровані системи управління підприємством**

Елементи автоматизованої підтримки прийняття рішень присутні в інтегрованих системах управління підприємством (ІСУП). Однак для промислових підприємств впровадження ІСУП є однією з найбільш трудомістких, дорогих і тривалих програм розвитку з величезним ризиком невдалого закінчення проекту впровадження. Широко відомі результати дослідження фірми Standish Group, які свідчать, що 84% ІТ-проектів кінчаються зірваними строками, перевищенням бюджету або зовсім нічим. У той же час автоматизована підтримка рішень необхідна керівникам підприємств уже зараз, і тому зроблено вивід про необхідність розробки незалежних СППР, які можуть одержувати дані з існуючих на підприємстві автоматизованих систем.

У роботі ухвалене рішення, знайдене Б. Інмоном і сформульоване у вигляді концепції СЗД. По його визначенню, сховище даних – це предметно-предметно-орієнтована, інтегрована, некоректуєма, залежна від часу колекція даних, призначена для підтримки прийняття управлінських рішень.

Розглянемо сховища даних двох типів:

- корпоративні СЗД;
- вітрини даних (ВД).

СЗД і ВД будуються по подібних принципах і використовують практично ті самі технології. ВД мають менший розмір і обслуговують деяке один напрямок або аспект діяльності підприємства.

На основі проведених досліджень зроблений вивід про те, що сучасна СППР повинна складатися з наступних компонентів:

1. Оперативні джерела даних (можуть являти собою OLTP, корпоративні БД, зовнішні джерела).
2. Засоби переносу й трансформації даних (виконують збір, очищення й узгодження даних із джерел).
3. СУБД (високошвидкісна серверна СУБД), що дозволяє підтримувати багаторівневу систему зберігання даних, що складає із СЗД і безлічі ВД.
4. Засоби доступу й аналізу даних (дозволяють одержувати деталізовані дані, агреговані показники й закономірності).
5. Допоміжні компоненти: засобу проектування/розробки й засобу адміністрування.

Питання технологій розробки ІС, і СППР зокрема, багато в чому стали вже традиційними й увійшли в класичні підручники. У даній роботі особлива увага приділяється технологіям створення СЗД/ВД, які ще не досить досліджені.

Розглянемо структурну схему системи, що зображена на рисунку 1. Аналітичний програмний комплекс являє собою розподілену систему, у якій можна умовно виділити три частини:

- підсистему збору оперативних даних;
- підсистему зберігання даних;
- підсистему аналізу даних.

У підсистему збору даних включені будь-які джерела даних:

- оперативні системи підприємства;
- автоматизовані системи управління технологічними процесами;
- зовнішні джерела.

У зв'язку з низьким рівнем автоматизації найважливіших для оперативного управління виробництвом завдань, розробка аналітичного комплексу була почата зі створення системи обліку виробничих бізнес-процесів. Система має клієнт-серверну архітектуру. Специфіка операційних даних, що заносяться майстрами змін за допомогою

системи – їх суворі періодичність. Облікові дані заносяться за підсумками зміни. Таким чином, дані мають строгі часову прив'язку, що характерно для СЗД. Наступною оперативною системою, розробленою для підприємства, стала система, що реалізує функції обліку даних по обслуговуванню, службою експлуатації заводу. У перспективі планується підключення інших оперативних БД інших підрозділів підприємства (склад, служба якості, бухгалтерія).

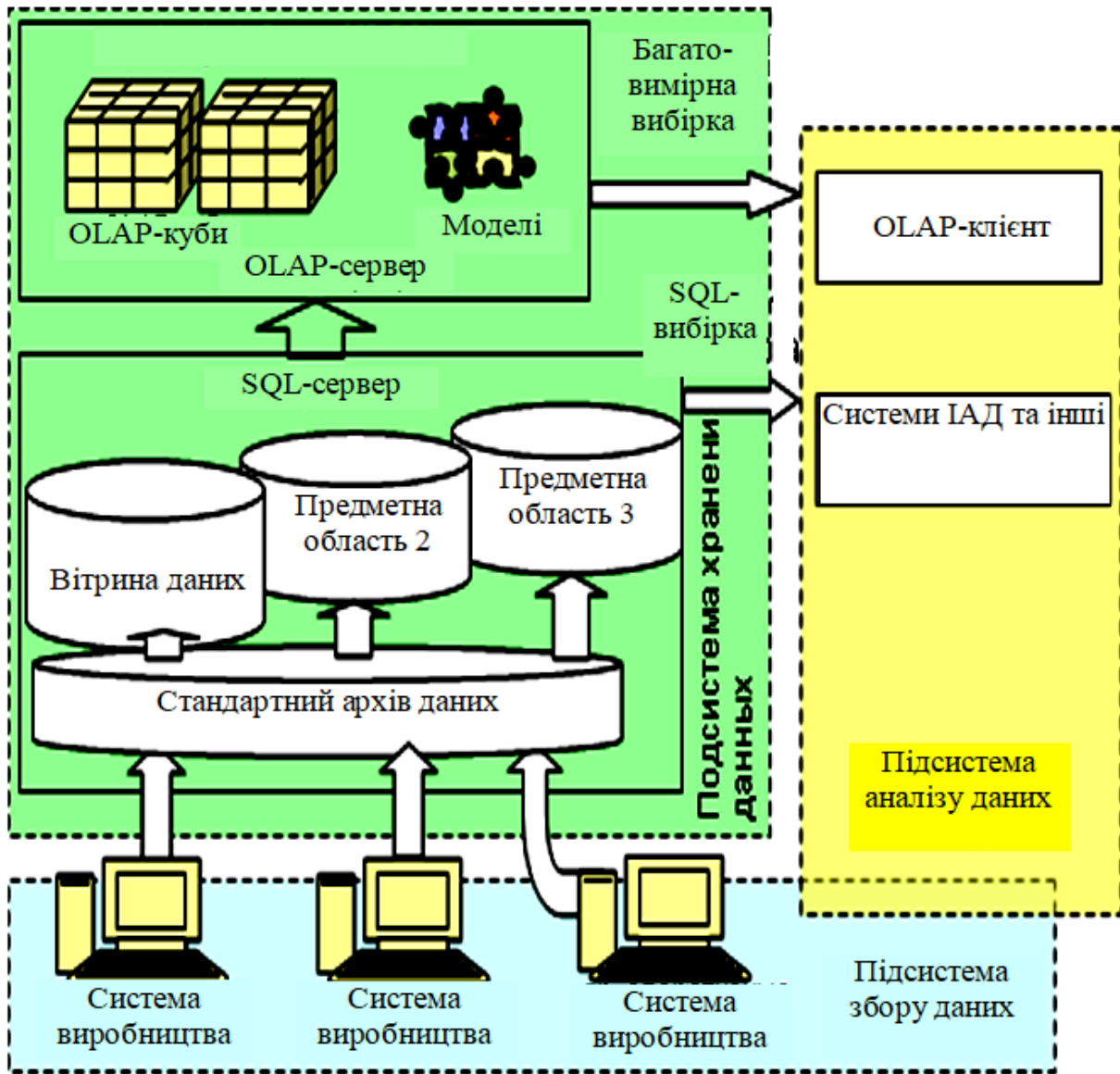


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Підсистема зберігання даних виконує наступні функції:

- збір інформації з різних джерел, насамперед з оперативних інформаційних систем підприємства, що входять у підсистему збору даних, а також від зовнішніх джерел у сховище даних;
- інтеграція даних у логічні моделі по певних предметних областях на OLAP-сервері;
- зберігання інформації в OLAP-кубах таким чином, щоб вона була легко доступна й зрозуміла різним категоріям користувачів;
- надання даних різноманітним додаткам підсистеми аналізу даних.

У запропонованій структурі СЗД має дворівневу структуру:

- стандартний архів;
- вітрини даних (ВД).

Дані з оперативних джерел за допомогою розроблених програм завантажуються в стандартний архів даних, з якого вони вивантажуються у ВД, організовані відповідно до їхньої предметної спрямованості.

Візуалізація й агрегування даних, звичайно, полегшують прийняття управлінських рішень, однак засоби OLAP-аналізу не виробляють рекомендації ОПР. При прийнятті рішень корисне виявлення якісної нової інформації в даних, що втримуються в сховище, у вигляді схованих закономірностей, залежностей і взаємозв'язків, що забезпечується методами й засобами ІАД. Ілюстрація роботи інструментарію вироблення рекомендацій ОПР, як елемента нової технології, що реалізують її алгоритмів і програмних засобів була здійснена на конкретному завданні визначення складу ремонтних робіт методами імітаційного моделювання, первинної статистичної обробки даних і статистичної перевірки гіпотез.

Одна з найважливіших проблем – це позапланові простої встаткування. У зв'язку з безперервним технологічним процесом, зупинка встаткування спричиняє зниження якості продукції й утворення дорогих відходів. Крім того, своєчасна заміна деяких деталей запобігає дорогому ремонту цілих вузлів. Вище сказане спричиняється актуальність завдання моделювання (прогнозування) позапланових простоїв устаткування.

Виділено основні **етапи рішення** поставленого завдання:

1. Оцінка статистичних характеристик досліджуваних вибіркового даних (середнє, мінімальне, максимальне, найбільш імовірне (модальне) час безвідмовної роботи й простоїв машин; середньоквадратичне відхилення, розкид часів і т.д.).

2. Дослідження законів розподілу часу безвідмовної роботи й часів простоїв машин по кожній технічній причині й підбор теоретичних розподілів, що адекватно описує вибірккові дані, на основі використання статистичних критеріїв згоди.

3. Імітаційне моделювання циклів роботи машин за допомогою календарного методу, коли і-цикл складається з ділянки робочого стану (інтервал часу роботи), за яким треба ділянка поломки (простою) внаслідок виникнення певної технічної причини.

4. Прогнозування моментів зупинки машини по певній технічній причині.

Впровадження розробленої системи дозволило скоротити трудомісткість стандартних операцій по обліку даних виробничих бізнес-процесів і формуванню стандартних аналітичних звітів. Середня кількість помилок, що виявляються в момент формування місячного звіту по випуску, скоротилося з п'яти до однієї на місяць.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів підтримки прийняття управлінських рішень. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем підтримки прийняття управлінських рішень; Досліджена система підтримки прийняття управлінських рішень; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи підтримки прийняття управлінських рішень. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання підтримки прийняття управлінських рішень. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov O., Fedorov E., Neskorodieva A., Neskorodieva T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
2. Malyukov V., Bebashko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.

4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
5. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
6. Smirnov, O., Neskorođieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorođieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022, pp. 1-12.
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, KL., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
9. Kuznetsov, A., Oleshko, I., Chernov, K., Bagmut, M., Smirnova, T. «Biometric authentication using convolutional neural networks». Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 152, 2021, Pages 85-98.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
11. Smirnov O., Neskorođieva T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». CEUR Workshop Proceedings Volume 3101, 2021, Pages 192-207.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
18. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
21. Smirnov, O., Ulichev, O., Meleshko, Y., Khokh, V., Goncharenko, I. «Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 215-227, 2019.
22. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.



УДК 004

Д.Іщенко, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЛАТФОРМИ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖНИМИ ПРИСТРОЯМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО БУДИНКУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ CWMP

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP. Об'єктом дослідження є процес платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP. Предметом дослідження є методи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP. Методи дослідження базуються на методах Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** «Розумний будинок» або «інтелектуальний будинок» – це централізована автоматизована система управління всіма електричними навантаженнями, інженерними системами й мультимедійним устаткуванням у будинку, що дозволяє досягти нового рівня комфорту, безпеки й енергозбереження.

Можливості системи «розумний будинок» обмежуються тільки Вашою уявою. Ви можете створювати різні сценарії, поєднуючи між собою систему освітлення, опалення, кондиціонування, систему безпеки й відеоспостереження, домашній кінотеатр, систему управління воротами, вікнами, жалюзіями. У теж час інженерією легко управляти за допомогою сенсорних панелей і вимикачів, універсального пульта, мобільного телефону.

Система «інтелектуальний будинок» надає наступні послуги:

– Управління освітленням. Ви можете управляти освітленням у будинку й на вулиці, при наявності/відсутності руху, створювати світлові сценарії, ефект присутності під час Вашої відсутності, виключати все освітлення, ідучи з будинку.

– Управління мікрокліматом. Система забезпечує загальне управління приточно-витяжною вентиляцією, кондиціонерами, казанами, системою обігріву, теплими підлогами, теплою покрівлею. Ви можете централізовано регулювати мікроклімат у всьому будинку або індивідуально кожної кімнати.

– Мультирум. Медіацентр. Це система розподілу звуку й відео, що охоплює велику кількість окремих приміщень, від віталень і спалень до кухні, ванною й навіть комори. Мультирум також може забезпечити «ландшафтне озвучування присадибної ділянки під час літньої вечірki.

– Відеоспостереження. Детальний звіт подій, що відбуваються під час вашої відсутності. Особи й дії фіксуються в системі й зберігаються в її пам'яті. Ви одержуєте можливість оперативного перегляду ситуації на будь-якому моніторі або комп'ютері в будь-якій точці миру, використовуючи Інтернет.



– Захист від затоплення й витоку газу. Відключення газу або води (залежно від типу аварійної ситуації), повідомлення у відповідні служби, а також на мобільний телефон замовника.

– Охоронна й пожежна сигналізація. Визначення факту несанкціонованого проникнення на охоронюваний об'єкт або появи ознак пожежі, видачі сигналу тривоги й включення виконавчих пристроїв (світлових і звукових оповіщувачів, реле й т.п.).

– Засоби управління Розумним будинком. Система підтримує всі сучасні доступні засоби управління, починаючи від звичайного вимикача, або пульта дистанційного управління, закінчуючи сенсорною панеллю із графічним інтерфейсом, кишеньковим комп'ютером або мобільним телефоном.

Завдяки системі «розумний будинок» різні підсистеми починають працювати погоджені, інженерне устаткування – самостійно, з'являється поняття «сценарій», коли по натисканню однієї кнопки, відбувається будь-який набір дій.

У результаті Ви одержуєте – комфорт, безпеку й економію електроенергії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP.

– Дослідження системи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP.

– Програмна реалізація системи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP.

*Об'єктом дослідження* є процес платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP.

*Предметом дослідження* є методи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP.

*Методи дослідження* базуються на методах Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** TR-069 (скорочення від Technical Report 069) – технічна специфікація, що описує протокол управління абонентським устаткуванням через глобальну мережу – CWMP (CPE WAN Management Protocol). Стандарт був опублікований в 2004 році консорціумом DSL Forum, перейменований пізніше в Broadband Forum. Ціль – стандартизація й уніфікація принципів і підходів до управління абонентським устаткуванням різних виробників.

CWMP є протоколом прикладного рівня, що використовує як інструмент передачі інформації SOAP (Simple Object Access Protocol) – надбудову над HTTP. Всі дані передаються у форматі XML.

Відповідно до специфікації на території провайдеру повинен бути розташований сервер автоконфігурації (ACS – Auto Configuration Server), що організує взаємодію з абонентським устаткуванням, що здійснює обробку запитів від пристроїв і здатного підключати додаткові сервіси. Сесія може бути ініційована як з боку CPE, так і з боку ACS.

Для того, щоб було можливо управління пристроєм, він повинен мати IP-адресу незалежно від типу цього пристрою (Bridge, Router, IP-Phone). Для забезпечення захищеного з'єднання в TR-069 використовується SSL і TLS.

TR-069 підтримує наступні функції:

- Конфігурація. Мова йде як про початкову конфігурацію, так і автоконфігурації вже працюючого пристрою або внесенні змін у налаштування.
- Управління версіями ПЗ і його відновлення.
- Аналіз log-файлів, продуктивності й діагностика пристрою.
- Виконання збережених процедур
- Вибір CPE для обслуговування може здійснюватися по різних умовах. Наприклад, конкретний пристрій, по виробнику, моделі або версії ПЗ.

Використовувати автоконфігурацію можливо при будь-якому способі придбання пристроїв:

- Устаткування надається під час підписання договору.
- Устаткування купується абонентом у вигляді комплекту підключення до мережі оператора.
- Устаткування купується абонентом самостійно й не має попередніх налаштувань на мережу оператора.

Протокол CWMP визначає принципи взаємодії між абонентськими пристроями (CPE) і сервером Auto-Configuration Server (ACS). ACS, згідно TR-069, є мережним пристроєм і являє собою сервер додатків, що автоматизує реалізацію основних методів управління абонентськими пристроями (CPE):

- Автоматичне налаштування й динамічне реконфігурування сервісів (послуг, надаваних абонентам оператором, таких як доступ в Інтернет, VoIP, IPTV).
- Управління програмним забезпеченням (firmware) CPE.
- Моніторинг стану й параметрів продуктивності CPE.
- Діагностика.

#### **Состав специфікації TR-069**

Під формулюванням TR-069 звичайно розуміють весь комплекс специфікацій, розроблених Broadband Forum в області управління CPE. Прикладена таблиця визначає состав зазначених специфікацій. Актуальні версії відповідних документів наведені на сайті [www.broadband-forum.org](http://www.broadband-forum.org).

TR-046 – Auto-Config: Architecture & Framework – Визначає основні принципи автоматизованого конфігурування кінцевих пристроїв, підключених за технологією DSL.

TR-069 – CPE WAN Management Protocol v1.1 – Специфікація протоколу CWMP.

TR-098 – Internet Gateway Device Data Model for TR-069 – Описує модель даних CWMP для шлюзів доступу в Інтернет.

TR-104 – DSLHomeTM Provisioning Parameters for VoIP CPE – Описує модель даних CWMP для пристроїв VoIP.

TR-106 – Data Model Template for TR-069- Enabled Devices – Визначає об'єктну структуру й вимоги до моделі даних CWMP.

TR-111 – DSLHomeTMAppling TR-069 to Remote Management of Home Networking Devices – Визначає функції управління пристроями локальних мереж, у тому числі за NAT.

TR-135 – Enabling Network Throughput Performance Tests and Statistical Monitoring – Визначає об'єкти CWMP, що забезпечують рішення завдання моніторингу продуктивності й контролю доступності CPE.

TR-140 – TR-069 Data Model for Storage Service Enabled Devices – Описує модель даних CWMP для пристроїв зберігання.

TR-142 – Framework for TR-069 enabled PON Devices – Описує модель даних CWMP для пристроїв PON і підключених до них оптичних пристроїв.

TR-143 – Enabling Network Throughput Performance Tests and Statistical Monitoring – Визначає об'єкти CWMP, що забезпечують рішення завдання моніторингу продуктивності й контролю доступності CPE.

TR-157 – Component Objects for CWMP – Розширення об'єктної моделі CWMP відповідно до нових технологій і можливостями домашніх мереж.

TR-181 – Device Data Model for TR-069 – Визначає єдину модель даних для всіх пристроїв, що підтримують TR-069.

TR-196 – Femto Access Point Service Data Model – Описує модель даних CWMP для пристроїв femto-cell.

«Південний» інтерфейс (southbound) забезпечує реалізацію перерахованих вище функцій управління стосовно CPE. Спочатку передбачалося управління CPE з використанням технології DSL. У цей час зусиллями як самого Broadband Forum, так і інших організацій (Home Gateway Initiative, Digital Video Broadcasting), до складу керованих по TR-069 CPE увійшли інтегровані пристрої доступу (IAD), PON і пов'язані з ними оптичні пристрої, VoIP-пристрої, приставки IPTV, інші пристрої домашніх мереж.

«Північний» (northbound) інтерфейс забезпечує взаємодію ACS з іншими системами OSS/BSS провайдеру в рамках реалізації єдиних наскрізних процесів управління послугами.

### **Функції управління**

Ключова й одна з найбільш затребуваних бізнесом функцій управління CPE, обумовлених TR-069 – автоматичне налаштування й динамічне реконфігурування сервісів. Специфікація визначає можливість як первинного, так і повторного конфігурування CPE, наприклад, по запиті абонента або при зміні тих або інших параметрів послуги.

TR-069 визначає можливість виконання операцій конфігурування як стосовно одному конкретного CPE, так і до групи, об'єднаних одним або декількома загальними ознаками, такими як виробник CPE, модель, версія firmware і т.д. Підтримується можливість роботи з опціональними наборами параметрів послуг (наприклад, з параметрами, що визначають платежі, функції Батьківського контролю), включення яких вимагає щодо більше високого рівня доступу, у тому числі з використанням механізму цифрового підпису. Функція управління програмним забезпеченням CPE забезпечує виконання завантаження ПЗ на пристрій. Протокол визначає механізми ідентифікації версій керованого ПЗ, ініціації (з ініціативи ACS або по запиті CPE), виконання й завершення завантаження файлів образів, логування й оповіщення служби експлуатації про результативність виконання завантаження. Крім функцій безпосереднього управління конфігурацією CPE, протокол CWMP визначає методи надання доступу до інформації, що може бути використана сервером ACS для моніторингу статусу й продуктивності CPE. Протокол CWMP також визначає набір механізмів, які дозволяють CPE самостійно сповіщати ACS про зміни свого стану. Крім можливостей моніторингу CPE, CWMP надає також механізми діагностики, у тому числі состав параметрів, які можуть містити діагностичну інформацію, методи надання діагностичної інформації. Істотною відмінністю від SNMP-протоколу є можливість для ACS (виконуючого роль менеджера) не тільки запросити діагностичну інформацію з CPE, але й одержати неї в необхідному обсязі від самого CPE (у випадку SNMP можливе одержання тільки SNMP- трапа, всю іншу інформацію менеджер повинен самостійно запитувати в агента). На додаток до перерахованих вище функцій CWMP надає механізми автоматичної автентифікації й авторизації на веб-сайтах оператора залежно від ідентифікатора й типу використовуваного для доступу CPE (докладніше відповідний механізм описаний у додатку D до специфікації TR-069).

### **Архітектура CWMP**

Архітектура протоколу CWMP містить у собі:

- Стек протоколів CWMP, використовуваний для організації взаємодії між ACS і CPE.
- Параметри CWMP.
- Процедури CWMP.

### **Стек протоколів**

Протокол CWMP реалізований як комплекс стандартних і спеціально розроблених протоколів. Структура стеку:

- CPE/ACS Management Application.
- RPC.

- SOAP 1.1.
- HTTP.
- SSL/TLS.
- TCP/IP.

### **Параметри CWMP**

Параметри CWMP являють собою модель даних, структура якої визначена іншим документом Broadband Forum – «TR-106: Data Model Template for TR-069-Enabled Device». Основне призначення параметрів – надання даних ACS про характеристики й стан CPE, управління їхньою конфігурацією. Параметри можуть бути визначені як read-only або read-write. Параметри read-only можуть використовуватися сервером ACS для визначення специфічних характеристик CPE, поточного стану CPE або одержання накопиченої статистики. Параметри read-write дозволяють серверу ACS змінювати конфігурацію CPE. В CWMP всі параметри об'єднані в ієрархічну структуру. Ця структура даних в CWMP представлена у вигляді об'єкта. Кожний об'єкт містить один параметр або набір параметрів. Кожний CPE має тільки один головний об'єкт (root), залежно від типу пристрою приймаюче значення Device або InternetGatewayDevice.

У більшості випадків, головний об'єкт містить у собі три елементи:

- Common Objects.
- Components.
- Service Objects.

Об'єкт Components містить параметри, що забезпечують різні функції TR-069. Їхня специфікація наведена в окремих документах BroadBand Forum.

CPE/ACS Management Application – додаток, що запускається на CPE або ACS, що реалізує функції CWMP. Додаток не специфікується CWMP і може являти собою сервіси, GUI додатка й т.п. RPC – набір методів RPC, використовуваних при взаємодії між ACS і CPE, описаний у специфікації CWMP.

SOAP – всі повідомлення, передані між ACS і CPE, конвертуються у формат XML. Використання SOAP дозволяє забезпечити платформонезалежність рішення, піти від специфіки реалізації конкретних додатків.

HTTP – обраний як транспортний протокол для запитів SOAP за його поширеність. Передбачається, що в більшості випадків налаштування міжмережних екранів припускають пропуск трафіку по портах http, відповідно, при впровадженні CWMP не буде потрібно істотного перегляду корпоративних політик інформаційної безпеки SSL/TLS – при передачі даних між CPE і ACS використовуються відповідні методи шифрування трафіку, що забезпечують конфіденційність і цілісність переданих даних. Використовується автентифікація взаємодіючих по протоколі CWMP сторін з використанням сертифікатів.

TCP/IP – всі повідомлення, передані між ACS і CPE, відповідно до TR-069 повинні віддаватися з використанням протоколу TCP для забезпечення їхньої гарантованої доставки.

Використання TCP також визначається необхідністю роботи в умовах використання NAT.

ServiceObjects містить об'єкти для кожного типу послуг, забезпечуваних конкретною моделлю CPE. Відповідно, для мультисервісних CPE визначається кілька об'єктів відповідного типу. Для основних типів послуг параметри формалізовані й оформлені у вигляді відповідних рекомендацій BroadBand Forum.

Для спрощення операцій масового управління CPE, відповідно до TR-069, для ACS визначається поняття профілю. Під профілем розуміється набір вимог, яким повинні задовольняти значення параметрів одного або декількох CPE. Параметри конфігурації сервісу, його підключення або відключення можуть бути зібрані в єдиний профіль. Кожний CPE може мати більше одного профілю – залежно від кількості й типу надаваних абонентів сервісів. Звичайно для кожного типу CPE виділяється один базовий профіль, що визначає основні параметри його роботи, а також трохи додаткових, отриманих на основі базового й специфічні для типів, що включають у себе, сервісів параметри.



CommonObjects містить параметри, які визначають тип CPE. Параметри вітки CommonObject використовуються для ідентифікації CPE на ACS і містять у собі:

- DeviceInfo.
- ManagementServer.
- GatewayInfo.
- Time.
- Config.
- UserInterface.
- LAN.

Завершуючи короткий огляд параметрів, необхідно відзначити, що CWMP не регулює число параметрів, підтримуваних конкретною реалізацією CPE. Кожний виробник може додати свої, специфічні параметри, що щонайкраще реалізують функції управління конкретним типом і моделлю устаткування. Протокол CWMP у свою чергу визначає лише набір основних параметрів, що дозволяють реалізувати функції уніфікованого управління гетерогенною мережею оператора.

### Розробка структурної схеми

Домашні мережі стають усе більше масштабними й складними. Вони зв'язують різноманітні взаємодіючі між собою пристрої: ігрові консолі, телеприставки, телефони VoIP і ПК. Зважаючи на те, що щодня в системі безпеки виявляється безліч уразливостей, наявність яких може вплинути на потоки переданого в домашній мережі трафіку, цими пристроями необхідно управляти, щоб забезпечити належну якість сервісу й підвищити надійність мережі. Це завдання спрощується за рахунок надання за допомогою TR-069 єдиної платформи для ефективного управління всіма мережними пристроями.

Зростаюче сімейство розширюваних і керованих модульних «моделей даних» TR-069 визначає широкий спектр функцій пристроїв і програмних модулів. Ці моделі, по-перше, указують, що пристрій ставиться до категорії підключених і повинне розпізнаватися мережею, а по-друге, надають відомості про тип пристрою – VoIP, телеприставка, шлюз або фемтостільникова точка доступу.

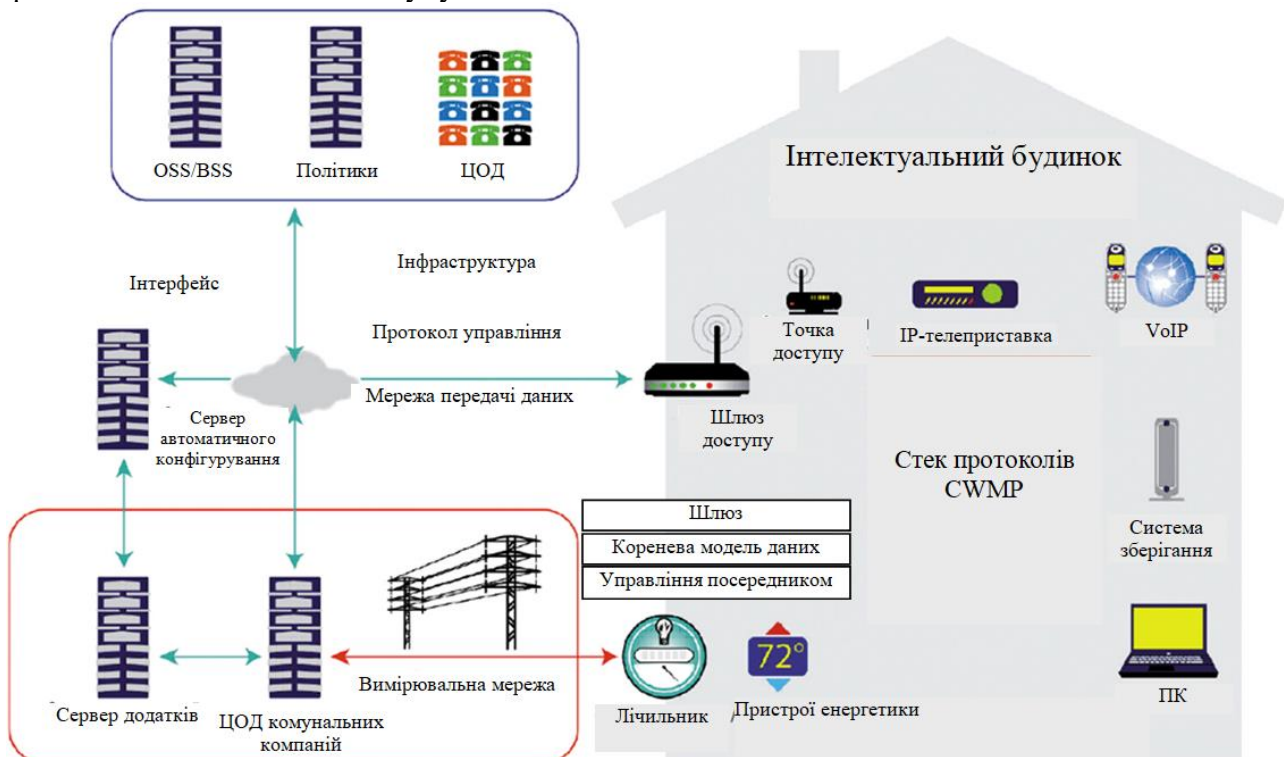


Рисунок 1 – Структурна схема системи



Своя модель даних передбачена й для управління посередниками – завдяки їй, мережа може підтримувати такі об'єкти, як лічильники електроенергії, пристрої для забезпечення безпеки й домашнього моніторингу. Список пристроїв продовжує поповнюватися, і TR-069 регулярно оновлюється для підтримки всі нових їхніх типів. Його ефективність не залежить від локального методу доступу (DSL, кабельна, бездротова мережа й т.д.), він може працювати з будь-якими з'єднаннями й протоколами в домашній мережі (G.hn, HomePlug, OAM, і ін.). Виводячи на ринок новий мережний пристрій, потрібно навчити його «розмовляти» на одній мові з мережею, щоб остання могла ідентифікувати новий пристрій, що підключається, підтвердити його тип і забезпечити швидкість і стабільність роботи, необхідні для виконуваних на ньому додатків. Відповідність пристрою стандарту TR-069 і вимогам моделі даних гарантує ефективне виділення ресурсів і одержання замовником підтримуваних можливостей. Мова йде не тільки про управління шлюзом широкополосного доступу, але й про забезпечення взаємодії з іншими пристроями, такими як телеприставки, IP-телефони й мережні системи зберігання (NAS). Важливі переваги одержують і провайдери: вони можуть віддалено набудувати конфігурацію, управляти різними новими пристроями, що підключаються, і здійснювати діагностику. А для клієнтів це означає, що вони не будуть зіштовхуватися з якими-небудь проблемами при виділенні ресурсів, усуненні несправностей і модернізації устаткування. Одержання клієнтським устаткуванням (CPE) сертифікації Broadband Forum BBF.069 ясно й недвозначно говорить про те, що галузь підтверджує його готовність до виходу на ринок. Тепер постачальники устаткування й систем зможуть знизити витрати на тестування, спростити просування продуктів і скористатися новими можливостями, що дозволяють значно розширити охоплення ринку.

Дана програма націлена на рішення наступних завдань:

- перевірка відповідності пристроїв протоколу TR-069 і їхньої готовності до виходу на ринок;
- спрощення інтеграції домашніх мережних систем і устаткування з мережами провайдерів;
- поліпшення керованості пристроїв, підвищення їхньої економічності й простоти управління для провайдерів, яким доводиться мати справу з більшим числом пристроїв, що підключаються до мережі.

Програма сертифікації Broadband Forum дає істотні вигоди всім учасникам ланцюжка поставок. Введення сертифікації по TR-069 полегшує операторам і сервісам-провайдерам прийняття інвестиційних рішень. Ця програма гарантує сумісність із мережею і якість, а оператори й сервіспровайдери можуть бути впевнені в тому, що сертифіковані пристрої CPE будуть краще взаємодіяти з їхніми системами віддаленого управління й конфігурування (ACS). Виконаний ABI Research аналіз дозволяє припустити, що до 2016 року обсяг поставок базового устаткування для домашніх мереж (шлюзів/маршрутизаторів, мостів, мережних плат (NIC), що вбудовуються мережних адаптерів (LAN) і мережних систем зберігання (NAS)), а мультимедійних пристроїв, що підключаються також до мережі, (клієнтських пристроїв з мережними інтерфейсами, включаючи комп'ютери й мобільні пристрої) перевищить мільярд одиниць. По оцінках IHS iSuppli, в 2014 році в усьому світі число проданих шлюзів і тонких клієнтів досягло 4,2 млн штук, у той час як роком раніше цей показник становив 345 тис. Згідно із прогнозами, у наступні два роки обсяг продажів буде стрімко збільшуватися – до 6,7 млн штук в 2015 році, до 10,4 млн штук в 2023-м і до 12,6 млн штук до 2024 року. Виробники побутової електроніки, клієнтського устаткування, «розумних» лічильників і пристроїв можуть продавати більше продуктів, якщо вони сертифіковані на відповідність TR-069, оскільки це гарантує, що устаткування легко інтегрується в домашню мережу і їм можна ефективно управляти віддалено.

Контент-провайдери одержують аналогічну можливість для збільшення продажів – споживання «мультимедійного» контенту (для екранів різного типу) росте з розвитком екосистеми пристроїв.

Сервіси-провайдери можуть продавати більше керованих пристроїв і послуг, дістаючи прибуток не тільки від базового сервісу широкополосного доступу. А завдяки забезпечуваному TR-069 віддаленому управлінню знижуються витрати на підтримку мережі й устаткування, підвищується лояльність клієнтів. Комунальні компанії можуть розширити спектр своїх послуг, запропонувавши на основі TR-069 функції управління будинком і моніторингу. Тим часом, завдяки різним ініціативам, використання стандарту TR-069 для побудови в будинках мереж «розумних» лічильників поліпшить управління енергоресурсами й потенційно знизить, що виставляються в рахунках суми. Таким чином, TR-069 надає провайдерам можливості моніторингу, управління й контролю за зростаючим числом усе більше складних підключених пристроїв, терміналів і устаткування. Він дозволяє сервіспровайдерам підтримувати високий рівень якості, пропонувати привабливі для користувачів можливості, надає їм інструменти для поліпшення обслуговування клієнтів і створює передумови для успішної комерціалізації мультимедійних систем і комбінованих послуг.

За останні роки Україна стала одним із ринків широкополосного доступу, які швидко розвиваються, уступаючи лише Китаєві й Індії. Так, наприклад, в 2014 році його ріст склав 28,3% по числу абонентів, а широкополосний доступ охоплює приблизно 15% населення. Більшість користується DSL, але одночасно збільшується кількість підключень по оптичному волокну й через кабельні модеми. Користувачі широкополосних мереж всі частіше хочуть одержувати мультисервісні можливості й підключають до таких мереж безліч нових пристроїв. У цей час росте популярність додатків IPTV, і хоча поки в Україні ними користуються менш 2% населення, за останні чотири роки число передплатників IPTV різко збільшилося й тепер наближається до 3 млн чоловік.

Для сервісів-провайдерів, що працюють в Україні, критично важливим є впровадження світових стандартів мережної архітектури й управління, а TR-069 з різноманітними моделями даних гарантує експонентний ріст українського ринку й ефективне обслуговування населення.

З появою сертифікації Broadband Forum BBF.069 Certification стандарт TR-069 стає ключовим інструментом для подальшого розширення потенціалу й збільшення кількості підключених домашніх пристроїв в усьому світі й особливо в Україні. Сервіси-провайдери можуть внести свою лепту в цей процес, дотримуючись стандарту TR-069 у своїх платформах управління мережами й вимагаючи в запитих RFP сертифікації по BBF.069 CPE.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP; Досліджена система платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
2. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications

- Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
3. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
  4. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
  5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
  6. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
  7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
  8. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
  9. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
  10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
  11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
  12. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  15. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
  16. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
  21. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

УДК 004

Є.Ключкін, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РОЗШИРЕНОГО НАБОРУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СЕРВІСІВ RCS НА МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях. Об'єктом дослідження є процес розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях. Предметом дослідження є методи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** З поширенням смартфонів відео стає наступним логічним кроком в еволюції мобільних сервісів. Однак для дійсно широкого поширення відео на мобільних пристроях треба буде розв'язати безліч проблем самого різного характеру. Уже зараз на відео доводиться половина мобільного трафіку, а до 2025 року, за прогнозом Cisco, його частка складе як мінімум дві третини. При цьому, згідно Cisco Visual Networking Index, обсяг переданих відеоданих буде рости швидше, ніж всі інші види мобільного трафіку – на 75% щорічно.

Як і будь-який прогноз, наведені цифри варто сприймати критично. Так, в 2010 році Cisco уже пророкувала досягнення вищезгаданого рубежу – дві третини від усього мобільного трафіку відео повинне було скласти в 2022 році, але, як бачимо, цю дату довелося скорегувати й перенести на більше пізній строк. Та й у цілому обсяг переданих даних росте не так швидко, як очікувалося. Наприклад, замість очікуваних 118% його ріст у США в 2023 році склав 64%. І всі такі темпи росту досить високі, а користувачі, як свідчать самі різні опитування, проявляють зацікавленість у застосуванні відеододатків. За даними дослідження Rovi's Consumer Study Survey, оприлюдненого в ході проведення Mobile World Congress 2023 у Барселоні, європейські користувачі планшетів і смартфонів дивляться потокове відео два-три рази в тиждень, при цьому середня тривалість сеансу становить 30 хв. Однак для дійсно широкого поширення відео на мобільних пристроях треба буде розв'язати безліч проблем самого різного порядку: від виділення спектра частот до монетизації сервісів, від оптимізації доставки контенту до забезпечення сумісності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи розширеного набору телекомунікаційних сервісів rcs на мобільних пристроях.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:



– Огляд існуючих систем розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях.

– Дослідження системи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях.

– Програмна реалізація системи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях.

*Об'єктом дослідження є процес розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях.*

*Предметом дослідження є методи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях.*

*Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.*

**Виклад основного матеріалу.** Основною метою концепції «розширених комунікацій» RCS (Rich Communication Services), що просувається Асоціацією GSMA, є вивід операторами мобільного зв'язку на ринок мультимедійних послуг на основі протоколу SIP. Міжоператорські послуги RCS розвиваються під брендом JOYN як альтернатива сервісам IP-комунікацій, які пропонують сторонні компанії (OTT) і «ведуть» істотну частину доходів від базових послуг (голос і передача повідомлень) у традиційних операторів. Так, по оцінці Informa Telecoms & Media, сукупне зниження доходів стільникових операторів від використання їхніми абонентами сторонніх IP-сервісів у Західній і Східній Європі, досягло в 2023 р. 3,9 і 1,6%, відповідно.

Концепція RCS з'явилася ще в 2008 р., перші пілотні проекти були випробувані в 2010 р., однак комерційний запуск послуг відбувся тільки до кінця 2014 р. До березня 2014 р. проект JOYN запустили 9 операторів в 5 країнах.

#### **Набір сервісів**

Як планується, передплатникам RCS-послуг буде доступний наступний набір сервісів (Список потенційно можливих послуг, не є обов'язковим для всіх мереж):

– розширена телефонна книга з деталізованою інформацією про контакт (Rich Address Book);

– розширений функціонал сервісу передачі повідомлень (Rich Messaging) – містить у собі службу миттєвих повідомлень (IM, instant messaging), чат з декількома користувачами одночасно, історію переписки, можливість обміну документами, фото- і відеоконтент;

– розширений функціонал голосових викликів (Rich Calls), що дозволяє абонентам під час голосового дзвінка ділитися мультимедійним контентом (у тому числі доступна опція «see what I see» для обміну навколишнього відеоряду), робити відеодзвінки (у тому числі проводити відеоконференцз'язок) та ін.;

– статус готовності абонента до комунікацій (Presence);

– SNS Services (Social Network Services) – агрегування інформації, яка надходить від соціальних мереж;

– можливість бачити властивості мережі співрозмовника (які саме опції можуть бути їм підтримані – наприклад, можливість передачі відео буде доступна тільки при роботі в мережі 3G або 4G).

#### **Пристрою з підтримкою RCS**

У якості передвстановленого додатку RCS є в телефонах HTC, Huawei, LG, Nokia, Samsung, Sony. Також про наміри почати виробництво мобільних пристроїв, що підтримують RCS, заявили компанії RIM (Blackberry), Motorola, Panasonic і ZTE. Крім того, завантажувемі додатка RCS підтримуються смартфонами iPhone (починаючи з 4-й версії) і планшетами iPad.

Додаток JOYN також може бути завантажено з Android Market або з Apple Store. Постачальниками додатків виступають 6 компаній: всі вони розробляють додатка RCS для ОС Android, і половина з них – також для iOS.



## RCS і IMS

Асоціація GSMA активно працює з операторами зв'язку, роз'яснюючи переваги наявності IMS-мережі для розгортання послуг RCS і VoLTE. Останні можуть пропонуватися як окремо (RCS можуть бути реалізовані на будь-яких мережах поза залежністю від наявності/відсутності LTE-мережі), так і спільно. RCS є міжоператорською послугою: компанії-провайдери послуг забезпечують безшовне з'єднання в мережах різних операторів.

Незважаючи на те, що специфікації RCS вимагають розгортання IMS-мережі (що є комплексним і витратним процесом), існують операторські рішення для забезпечення RCS-послуг поза залежністю від того, володіє оператор платформою IMS чи ні. Дані пропозиції з'явилися на ринку вже в 2010 р., у тому ж році була запущена перша пілотна RCS-послуга. Завдяки таким рішенням оператор має можливість швидко вивести послугу на ринок – приблизно протягом 10 тижнів після придбання відповідного встаткування.

### Поширення RCS (JOYN) у світі

Послуги RCS запущені в 5 країнах, найбільше поширення вони одержали в Іспанії й Південній Кореї – у кожній із цих країн по трьох оператора забезпечують міжоператорський сервіс RCS. До середини лютого 2014 р. (50 днів в експлуатації) кількість передплатників JOYN.T південнокорейського оператора SK Telecom, за даними компанії, досягло 1 млн. Під час тестового періоду, до кінця травня 2014 р., користування послугами RCS було безкоштовним. Анонсуєма вартість послуг у довгостроковому плані: вартість передачі повідомлення – \$0,02, відеодзвінок – \$0,03 за хвилину. При цьому оператори відзначають, що споконвічно сервіс не буде приносити прибуток. Основним конкурентом RCS у Кореї є Kakao Talk – мобільний додаток, що використовують як мінімум 50 млн корейських абонентів.

Американський оператор MetroPCS крім стандартного пакета послуг пропонує голосові дзвінки поперх Wi-Fi (Voice over Wi-Fi) і відеодзвінки (Video calling). Для забезпечення росту абонентської бази оператор планує через спеціальний додаток забезпечити можливість запрошувати в мережу контакти з адресної книги абонента, які обслуговуються в мережах інших операторів Канади, Мексики й США.

До серпня 2014 р. JOYN був доступний безкоштовно для всіх абонентів Deutsche Telekom у Німеччині, що використовують передоплатну систему або контракт із фіксованими умовами.

На момент написання звіту практично всі оператори, що запустили RCS, надавали сервіс у безкоштовному або умовно-безкоштовному режимі. Відповідь на питання про те, наскільки буде успішний проект JOYN з економічної точки зору, можна буде довідатися після появи перших підсумків його реалізації. На сучасний момент найбільших успіхів по наборі абонентів RCS досяг південнокорейський оператор SK Telecom (близько 1 млн).

### Бізнес-модель і переваги RCS

Можна позначити кілька джерел генерування нових доходів операторів і скорочення витрат:

- Завдяки тому, що послуга RCS є міжоператорський, значно скорочуються витрати на маркетинг послуги (по суті, ним займається асоціація GSMA).

- Послуги RCS дозволяють еволюціонувати мережам оператора – для надання послуг RCS впровадження IMS-платформи не є обов'язковим, однак перехід до даних послуг може стати першим кроком у розвитку IMS-мережі.

- Можливість створення нових видів послуг на базі платформи RCS. Прикладами є додатки для спільного редагування зображень, конференц-дзвінків (до 10 користувачів одночасно) і т.п.

Очевидно, що далеко не всі користувачі готові платити за RCS-послугу. Якимось проміжним варіантом є модель Freemium, в основі якої – безкоштовна пропозиція самого сервісу, його опцій – за гроші; прикладом може бути безкоштовний продукт із відображенням рекламних оголошень.

Збільшення доходів операторів і/або зниження витрат у рамках проекту JOYN носять довгостроковий характер. У короткостроковому періоді послуга RCS, швидше за все, буде збитковою – позначається технологічна складність і тривалість впровадження IMS-мережі як ядра платформи для надання RCS-послуг, а також конкуренція з боку OTT-сервісів.

Основними перевагами проекту JOYN у порівнянні з OTT-сервісами є:

1. Надання послуг у рамках єдиного стандарту й взаємопов'язаних мереж. RCS дозволяє працювати в різних мережах і на різних пристроях. Така інтеперабельність OTT-сервісам недоступна: не можна, наприклад, відправити повідомлення з Skype на Windows Messenger.

2. Наявність унікального номера абонента (MSISDN). Унікальний номер абонента побудований по єдиному для операторів усього миру стандарту E.164. Відповідно, стандарт RCS-е дозволяє користувачеві створити персональне ком'юніті, використовуючи свій глобальний ідентифікаційний номер (global user ID), тобто номер телефону.

3. Труднощі зі створенням моделі монетизації OTT-сервісів. Незважаючи на те, що, по деяких прогнозах, до 2017 р. число мобільних користувачів OTT-послуг наблизиться до 1 млрд, такі сервіси як і раніше є слабо монетизованими. Багато передплатників OTT-послуг (Skype і т.п.) споконвічно не планують платити за них.

Основною можливістю в рамках моделі RCS є розвиток міжоператорського підходу – саме він дозволяє збільшувати чисельність користувачів послуги. Основними погрозами є незатребуваність RCS і відтік абонентів у сегмент безкоштовних OTT-послуг, і відсутність апробованої бізнес-моделі монетизації RCS, а також розвиток власних послуг під брендом оператора зв'язку (RCS-like).

Основними факторами, що гальмують впровадження RCS, є:

- технологічна складність рішення;
- недостатньо широкий ряд мобільних пристроїв з підтримкою RCS;
- залежність від дорогого ядра мережі IMS;
- споживчі переваги – далеко не кожний користувач безкоштовних OTT-послуг готовий платити за RCS.

### **Основні тенденції й перспективи розвитку й поширення RCS**

Можна виділити наступні фактори можливого успіху впровадження RCS, які допоможуть поширити цю послугу на масовий ринок і забезпечити висока якість обслуговування:

- тісна інтеграція послуг в адресній книзі й простота використання;
- міжоператорський підхід;
- стандартизація технічних умов, поділювана всіма гравцями галузі;
- зростаюча популярність відеодзвінків;
- зсув попиту у бік комунікацій у соціальних мережах;
- швидкість розгортання мереж IMS;
- поширення хмарних рішень, які дозволяють розвивати послуги RCS при відсутності IMS-мережі;
- розвиток ринку мобільних пристроїв, що підтримують мережу LTE.

Ринки, на яких послуга RCS уже представлена, характеризуються високою швидкістю впровадження LTE-мереж, а також гарною переговорною здатністю операторів – послуга з'являється відразу в декількох провайдерів, що дозволяє реалізовувати міжоператорський підхід. Відповідно до даної тенденції цілком імовірний послідовний запуск RCS операторами тих країн, де послуга тільки з'явилася (США, Німеччина) з розширенням її охопту на всі країни присутності її оператора, що запустив.

На ринках, що розвиваються, перспективи RCS менш очевидні. Основні стримуючі фактори – це низьке проникнення смартфонів і слабе покриття мереж LTE.

За прогнозами Infonetics, мобільні оператори по усьому світі за період 2024-2026 рр. сумарно одержать \$1,6 млрд за надання послуг RCS. В 2024 р. користувачами послуги стануть порядку 15 млн чоловік (Infonetics), до 2026 р., за прогнозами Juniper Research, цей

показник збільшиться до 74 млн., тобто проникнення RCS складе менш 1% від абонентської бази мобільного зв'язку.

Основною проблемою при ухваленні рішення про запуск (для тих операторів, які сумніваються в затребуваності послуги) є відсутність даних про кількість користувачів і доходів.

### **Розробка структурної схеми**

У даній роботі у якості RCS-послуг обрана IP-телефонія.

На рисунку 1 зображена структурна схема розробленого програмного забезпечення розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях.

Розглянемо основні структурні елементи, які застосовані у розробленій схемі розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях:

- GateKeeper – сервер, що перетворює імена користувачів у динамічні адреси IP.
- ТфОП – телефонний оператор, який надає послуги традиційного телефонного зв'язку від шлюзу до телефонної станції.

- IP-phone – спеціальний телефон, який можливо під'єднати до IP-мережі напряму. Повнофункціональний IP-телефон дає можливість користувачеві ініціювати й приймати дзвінки, взаємодіючи з телекомунікаційною VoIP-системою або інфраструктурою постачальника послуг IP-телефонії

- Soft phone – програмне забезпечення, яке встановлене на ЕОМ та дозволяє спілкуватися використовуючи мікрофон та WEB-камеру, під'єднані до ЕОМ.

- Analog phone – звичайний телефон.

- Gateway – комп'ютери з'єднання, “перекладачі”. Вони використовуються для того, щоб утворити з'єднання зі звичайною телефонною мережею. Ці Gateways з'єднані як з комп'ютерною мережею, так і з нормальною телефонною мережею й передають запити в обоє напрямків. При цьому IP-пакети з однієї сторони перетворюються в цифровий потік даних.

- PBX – внутрителекомунікаційна телефонна станція.

- VoIP provider – провайдер, який надає послуги VoIP-зв'язку.

- VoIP gateway – це gateway, який з'єднує аналогові телефони з VoIP-маршрутизатором.

- VoIP router – маршрутизатор VoIP-трафіку. Він направляє IP-пакети до їхньої кінцевої точки, почасти різними шляхами.

- Варіант телефонної системи – телефонна мережа, що охоплює абонентів, що перебувають в одному будинку або групі близько розташованих будинків. У цьому випадку мережна інфраструктура, як правило, представляє із себе локальну/кампусну мережу на базі технологій Ethernet/Fast Ethernet/Gigabit Ethernet/ Wi-Fi, у рамках якої можуть бути розміщені як абонентські телефони й персональні комп'ютери, так і керуючого пристрою телефонної мережі.

Основним пристроєм для керування мережею IP-телефонії є сервер керування дзвінками. Один сервер може підтримувати велику кількість IP-телефонів. Їхнє число залежить від моделі сервера, на якому встановлене програмне забезпечення. З метою масштабування системи й для забезпечення відказостійкості сервери можуть бути об'єднані, що збільшує число телефонів, що приєднуються одночасно. Користувальницькі IP-телефони, так само як і сервери, підключаються до комутаторів локальної/кампусної мережі; при цьому можливо використання технологій, наприклад, Power over Ethernet, що забезпечують подачу електроживлення для IP-телефонів від комутаторів Ethernet. Багато моделей телефонів оснащені убудованим двопортовим комутатором Ethernet, що дозволяє підключити персональний комп'ютер абонента до телекомунікаційної мережі.

Також у межах локальної мережі розміщуються сервери додатків, таких як система голосової пошти або система інтерактивної мовної взаємодії, які забезпечують додаткові сервіси для абонентів системи.

Для підключення системи IP-телефонії до телефонної мережі загального користування використовуються голосові шлюзи на базі маршрутизаторів, при цьому вибір конкретної моделі шлюзу залежить від типу й кількості інтерфейсів, застосовуваних для стикування із ТфОП (можливе використання як аналогових, так і цифрових інтерфейсів). Шлюзи також потрібні якщо буде потреба підключення системи IP-телефонії до встановленого раніше офісної АТМ.

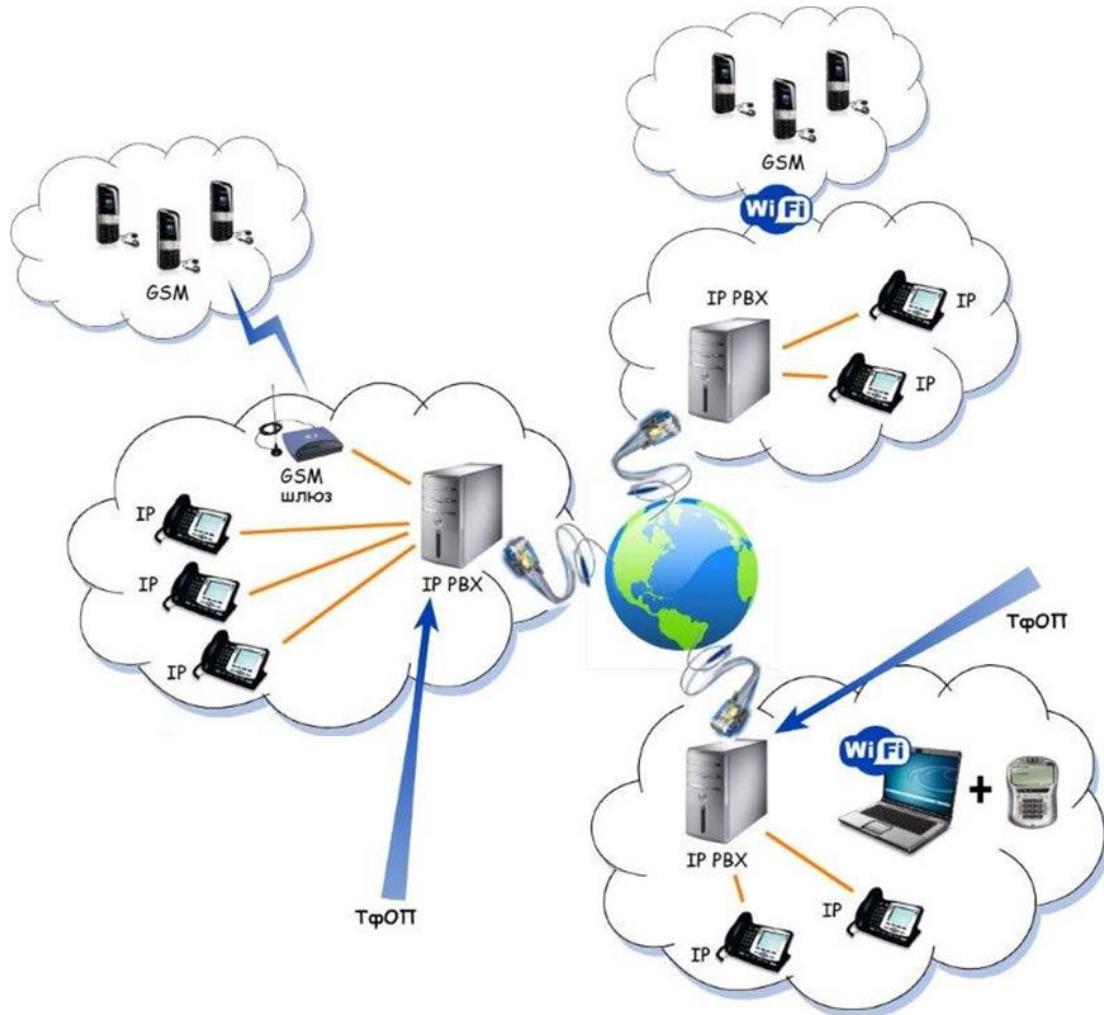


Рисунок 1 – Структурна схема розробленої системи

Основні характеристики моделі побудови мережі IP-телефонії для одного будинку або кампуса (декількох будинків, об'єднаних високошвидкісною локальною мережею):

- для організації системи IP-телефонії може використовуватися D-Link DVX-7090, що виконує функції голосового маршрутизатора й рекомендується для застосування в мережах середніх і великих офісів;
- для подальшого масштабування мережі можливе використання декількох подібних пристроїв;
- для підключення до телефонної мережі загального користування (ТфОП) аналогових телефонів і факсових апаратів, стикування з існуючими УАТМ застосовуються голосові шлюзи;
- ресурси голосових сервісних модулів використовуються для організації аудіоконференцій;
- для забезпечення якісної роботи різних додатків рекомендується застосування комутаторів, що підтримують необхідні засоби забезпечення якості сервісу (QoS).



**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях; Досліджена система розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
5. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
11. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.



17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
19. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
20. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

УДК 004

**В. Коваль, магістр гр. КІ-22М-1***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВЕРСТАТА ЧПК ОБРОБКИ ГОФРОКАРТОН

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи верстата ЧПК обробки гофрокартону. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону. Об'єктом дослідження є процес верстата ЧПК обробки гофрокартону. Предметом дослідження є методи верстата ЧПК обробки гофрокартону. Методи дослідження базуються на методах чисельно-програмного керування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Гофрокартон, відомий у пакувальній промисловості своєю міцністю, універсальністю та екологічністю, став матеріалом вибору для будь-чого: від коробок для транспортування та демонстрації продуктів до рішень для захисної упаковки. Його популярність пояснюється його здатністю встановлювати баланс між міцністю та гнучкістю, що робить його ідеальним для захисту продуктів під час транспортування, пропонуючи безмежні можливості налаштування для брендингу та маркетингу.

Однак для реалізації повного потенціалу гофрокартону необхідне точне різання та формування. Тут у гру вступають верстати для різання гофрокартону з ЧПК, які перетворюють сирий картон на складно розроблені та функціональні пакувальні рішення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи верстата чпк обробки гофрокартону.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем верстата ЧПК обробки гофрокартону.
- Дослідження системи верстата ЧПК обробки гофрокартону.
- Програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону.

*Об'єктом дослідження* є процес верстата ЧПК обробки гофрокартону.

*Предметом дослідження* є методи верстата ЧПК обробки гофрокартону.

*Методи дослідження* базуються на методах чисельно-програмного керування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Особливості машини для різання гофрокартону з ЧПУ

1. Машина для різання гофрованого картону з ЧПУ розроблена для пакувальної промисловості.

2.Повна система дизайну упаковки. Використовуйте програмне забезпечення для розкреду та дизайну упаковки, щоб швидко створювати дизайн гофрованого паперу (FEFCO) або картону (ESMA) нестандартного розміру.

3. Машина для різання картону, придатна для масового виробництва, цифровий різак для паперу оснащений повним набором машин для біговки та ножів, які можуть надати вашим зразкам (коробці з гофрованого картону) високоякісне покриття.

4. За допомогою машини для різання гофрованого картону з ЧПУ ви можете завершити весь процес від виготовлення зразків до повністю автоматизованого виробництва в коробці. Ви можете отримати все, що вам потрібно, – це повна система дизайну упаковки.

Параметр цифрової машини для різання гофрованого картону:

– Багатоголовка необов'язкова – Ефективність подвійної головки додатково подвоюється, подвійний портал необов'язковий, подвійна головка взаємного зсуву необов'язкова, довжину можна налаштувати.

– Багатофункціональний інструмент – Вібраційний ніж повного різання, активний круглий ніж високої потужності, перфоратор, пневматичний ніж, багатошаровий ніж.

– Пристрої безпеки – Пристрої безпеки використовують інфрачервоне зондування, безпечні та надійні.

– Швидкість різання – 200-2000 мм/с.

– Товщина різання –  $\leq 50$  мм Інші товщини можна налаштувати відповідно до матеріалу.

– Застосовні матеріали – гофрокартонна коробка, наклейка, етикетка, пакувальна промисловість, прокладка, бавовна, льон, шовк, суміші, волокна, шкіра тощо.

– Спосіб кріплення матеріалу – Вакуумна перегородкова адсорбція.

– Порт передачі – Мережевий порт.

– Система передачі – Імпортний серводвигун, лінійна лінійна напрямна, зубчастий ремінь, ходовий гвинт.

– номінальна потужність – 11 кВт.

– Номінальна напруга –  $380\text{ В} \pm 10\% / 220\text{ В} \pm 10\%$  Додатково.

– Система контролю – Китайська та англійська, іспанська LCD сенсорний екран.

– Операційне середовище – Робоче середовище Температура  $0-40^{\circ}\text{C}$  Вологість 20%-80%RH.

– Програмне забезпечення – Програмне забезпечення для автоматичного вкладення, програмне забезпечення для введення шаблонів (необов'язково).

– Підтримка формату файлів – AI, PLT, DXF, CDRetc.

Перевага різача гофрокартону:

– Осцилюючі інструменти широко застосовуються. Верстат для різання гофрованого картону з ЧПУ може різати багато різних матеріалів (таких як гофрований папір, картон, офсетний папір, сіра дошка, гума, стільниковий картон, PP, PE, PVC, прокладка, шкіра, килим і килимок).

– Функція складання (притискне колесо) Вона може скласти гофрований папір, картон і офсетну дошку в ідеальну лінію складання.

– Функція пунктирної лінії Різак для гофрованого картону з ЧПК може бути оснащений різачом для ламаних ліній, який створює ламані лінії для згинання або поділу.

– Система промислового бачення розташування допомагає користувачам вирішувати функції сканування та різання нерегулярної графіки матеріалу, машина для різання гофрованого картону з ЧПУ може підвищити ефективність використання матеріалу.

– Функція малювання Він може малювати різні високоточні малюнкові ріжучі матеріали: гофрокартон, пінопласт, ПВХ, стирол, Coroplast, Celtec, магнітна плівка, клейовий вініл, шкіра, гума, тканини, світловідбиваючі плівки високої інтенсивності, папір, картон, полістирол, магнітні плівки, вініл тощо.

– Функція перфорації Машина для різання гофрованого картону з перфораційним ножом може пробивати отвори в таких матеріалах, як шкіра, картон, ПВХ, килими та подушки.

– Інтелектуальна система цифрового керування керує всією машиною, зменшуючи рівень ручної участі. Зменшити частоту помилок різання.

– Машина для різання гофрованого картону з ЧПУ з інтелектуальним набором, покращує використання матеріалу на 30%

#### **Застосування машини для різання гофрокартону з ЧПУ**

Машина для різання гофрованого картону з ЧПУ широко використовується в:

– промисловості рекламної упаковки: гофроящики, стільниковий картон, папір, картон, сірі картонні дошки КТ тощо, які можуть досягти ідеальних результатів різання. В інших галузях ріжучі верстати також мають відмінну продуктивність.

– Композитні матеріали: поліуретан, суперволокно, EVA, XPE, сендвіч, губка, облицювання, композитна шкіра, губка + тканина для покриття + шкіряна шкіра, килимок з ПВХ, пластикова пластина з ПВХ.

– Прокладка: промисловість: прокладки з різних матеріалів (азбестові, безазбестові, каучукові), політетрафторетилен (спеціальна форма, різання малої площі)

– Шкіряна промисловість: автомобільна індустрія інтер'єру, шкіряна порізка проекційна верстка

– Килимова промисловість: усі види килимів, дротяна петля килими, килими з діатомових водоростей та інші килими в різних середовищах (стандартна або спеціальна різання)

Деталі упаковки машини для різання гофрованого картону:

1. Зовнішня упаковка: стандартна фанерна коробка для морського експорту.

2. Внутрішня упаковка: еластична плівка та пластикова плівка для запобігання вологи.

Аксесуари для гнучкої пакувальної машини

3. Персоналізація: якщо у вас є особливі вимоги до упаковки, ви можете домовитися дружньо.

#### **Транспорт**

Є багато варіантів транспортування, і за замовчуванням - морський транспорт. Якщо у вас є особливі вимоги, уточніть їх заздалегідь.

Ціна, відповідно до інформації про пункт призначення, способу транзакції, способу транспортування, ми надамо вам конкретну пропозицію.

#### **Обслуговування машини для різання гофрокартону з ЧПУ**

1. Команда післяпродажного обслуговування складається з понад 20 інженерів.

2. На одного агента/клієнта працюють не менше 3 інженерів, усі вони можуть говорити англійською.

3. Підтримується повний посібник користувача, використовуючи відео та фотографії.

4. Підтримується віддалену допомогу, щоб допомогти вам встановити та використовувати програмне забезпечення.

5. Підтримується онлайн-консультації та обслуговування 24\*7.

6. Наша машина має гарантію на 3 роки, протягом цього періоду, якщо виникне якась проблема, ми відремонтуємо її безкоштовно.

7. Обіцяється надіслати запасні частини протягом 24 годин.

8. Створюється для вас команду обслуговування, включаючи продавця, інженера, менеджера з продажу, директора з продажу і вас (або ваших співробітників). Якщо у вас виникнуть запитання, ми відповімо протягом 1 хвилини.

9. Безкоштовне оновлення програмного забезпечення протягом усього життя.

#### **Післяпродажне обслуговування**

1. Наш стандартний гарантійний термін починається з моменту доставки. Ми надаємо вам трирічне гарантійне обслуговування та професійне обслуговування машини.

2. Зношені частини (лезо, стільниця) продаються користувачам за найнижчою ціною.

#### **Час доставки**

у нас є власний завод. Після оформлення замовлення ми приступимо до виробництва машини для нарізки наклейок. У той же час ми зробимо розумну затримку в залежності від обсягу замовлення на місяць. Наш час доставки в середньому становить близько 15-20 днів,

якщо ви хочете вказати час, ми можемо домовитися про розумний час для завершення доставки.

#### **Вісім причин для різальної машини з ЧПК**

1. Розширений бренд: десять років професійних лез з ЧПК.
2. Переваги R & D: низка запатентованих технологій, так що компанія має глибоке покладення.
3. Гарантія якості: усі продукти пройшли європейську сертифікацію CE. Сертифікація FDA США
4. Високоякісні матеріали: Машина для різання гофрованого картону з ЧПК, аксесуари обрані від провідних брендів галузі.
5. Передова технологія: починаючи з Німеччини, зарубіжна передова технологія, технічна підтримка
6. Висока ефективність: запровадьте індивідуальне обслуговування для підвищення ефективності корпоративного зворотного зв'язку
7. Персоналізована настройка: завдяки функціям розробки та дизайну клієнти можуть робити будь-що вони хочуть
8. Післяпродажне обслуговування: трирічне гарантійне обслуговування та цілодобові онлайн-рішення.

#### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема системи зображена на рисунку 1. Далі в тексті застосовуються наступні скорочення:

- ПО – пульт оператора.
- ПК – пульт корекції.
- ПВП – пристрій введення програми.
- ППМК – пристрій пам'яті мікрокоманд.
- АЛП – арифметико-логічний пристрій.
- НПОЗП – напівпровідниковий оперативний запам'ятовувальний пристрій.
- КСП – керування приводом, який стежить.
- ПЗВ – пристрій зв'язку з верстатом.
- ТП – тиристорні перетворювачі за координатами X, Z, I, K.
- БЗЗ – блок зворотного зв'язку.
- БПК – блок посилення команд S, T, M.
- М – двигуни приводів за координатами X, Z, I, K.
- ДЗЗ – датчик зворотного зв'язку.
- ВОВ – виконавчі органи верстату.

Інформація через пристрій уведення програми (ПВП) надходить у буферну частину напівпровідникового оперативного запам'ятовувального пристрою (НПОЗП). Одночасно із цим іде відпрацьовування верстатом попереднього кадру по алгоритмах лінійної або кругової інтерполяції за допомогою арифметико-логічного пристрою (АЛП).

Задана інформація про переміщення виконавчих органів верстата по осях X, Z, I, K надходить у пристрій керування приводами, що стежать, КСП, а технологічні команди S, T, M – у пристрій зв'язку з верстатом (ПЗВ) і на виконавчі органи верстата (ВОВ). Після закінчення відпрацьовування уведеного раніше кадру й за умови, що закінчено уведення наступного кадру, відбувається передача даних з буферної в робочу пам'ять НПОЗП, і цикл повторюється, тобто починається відпрацьовування наступного кадру й уведення нового. Всі алгоритми роботи пристрою ЧПК зберігаються в пристрої пам'яті мікрокоманд (ППМК), звідки вони в необхідній послідовності вибираються по запитах пристрою керування.

З пульта оператора (ПО) здійснюють ручне уведення додаткової інформації: команд, корекції виконання програми, індикації номера кадру, номери або положення інструмента й ін.



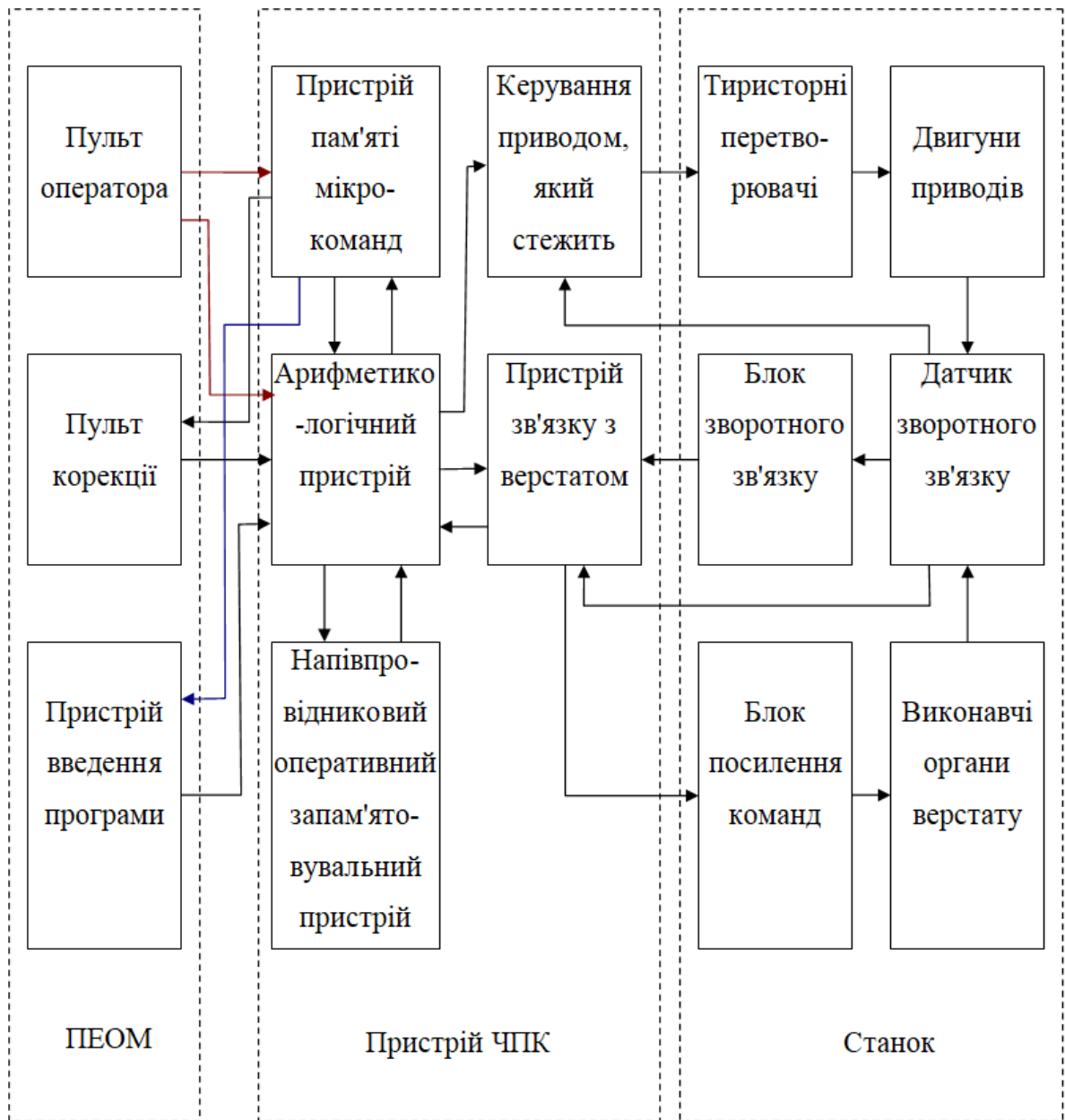


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Інформацію про відпрацьовування команд, положенні й стані робочих органів верстата видають датчики зворотного зв'язку (ДЗЗ) по функціях команд у свої керуючі блоки КСП або ПЗВ, чим підтримується робота системи пристрій ЧПК-верстат по заданій керуючій програмі. У зв'язку з тим, що всі елементи електронно-обчислювального пристрою ЧПК працюють використовуючи мікроструми й малі напруги, а виконавчі органи верстата працюють на промисловій напрузі 380 В, між системою ЧПК й приводами виконавчих органів верстата розміщують блоки керування для перетворення команд пристрою ЧПК в робочі напруги. Ці блоки об'єднані в електрошафі верстата.

Пристрій другого типу – датчик лінійних переміщень ДЛП [4], що складається з набору вимірювальних шкал і індуктивний датчики, що зчитує.

Вимірювальна шкала, що служить базою для відрахунків, укріплена аналогічно набору рейок рейкового датчика на одній із частин 3 верстата, щодо якої контролюється переміщення. Довжина шкал у наборі відповідає величині контрольованого переміщення. Датчик, що зчитує, укріплений на іншій частині верстата, рух якої контролюється, у спеціальному кронштейні, що забезпечує строго постійне положення датчика щодо шкали на

всьому шляху переміщення. Величина зазору між ними постійна й лежить у межах 0,2-0,3 мм. У процесі експлуатації верстата й при ремонтах величину цього зазору необхідно перевіряти.

Кожна вхідна в набір шкала-лінійка являє собою сталеву пластинку довжиною 250 мм із наклеєною накладкою з текстоліту. На накладці методом фотодруку нанесена обмотка у вигляді зигзагоподібної мідної смужки шириною близько 1 мм і кроком 2 мм. Обмотки шкал включені в один послідовний ланцюг. Індуктивний датчик складається із двох таких же, але більше коротких обмоток, зрушених відносно один одного на 1/4 кроку. Вхідні сигнали (напруги) на його обмотки подаються із пристрою ЧПК у формі синусоїд. Вихідний сигнал знімається з послідовно включених обмоток лінійок.

Погрішність шкал лінійок на довжині 250 мм звичайно лежить у межах  $\pm 10$  мкм. В окремих випадках застосовують більше точні датчики з погрішністю шкал  $\pm 2,5$  мкм на тій же довжині. Погрішність відліку переміщень на верстатах ЧПК обробки гофрокартону при застосуванні ДЛП становить не більше 15 мкм на довжині ходу 500 мм. Зміна цієї величини може бути наслідком забруднення шкал осілим металевим пилом або порушення взаємного їхнього розташування; останнє усувають регулюванням. Датчики періодично варто очищати.

Всі органи керування верстатом ЧПК обробки гофрокартону зосереджені в межах робочої зони верстатника-оператора. Залежно від конструктивного виконання того або іншого верстата набір керуючих елементів, їхні типи й розташування на пультах можуть бути змінені, але загальні принципи компоновання зберігаються. Органи керування механізмами верстата при роботі в налагоджувальному або ручному режимі розміщені на підвісній кнопковій станції (ПКС) верстата. Тут же розташована й кнопка включення пристрою ЧПК. Органи керування пристроєм ЧПК розміщені на його пультах. Існують розходження компоновання й призначення керуючих елементів позиційної й безперервної систем ЧПК.

1. Автоматичний режим – основний режим роботи, коли керування всіма функціями здійснюється системою без участі верстатника-оператора по записаній у програмному забезпеченні керуючій програмі.

2. Режим переднабору використовують при налагодженні верстата або пробній обробці деталі без зчитування команд із комп'ютера. Всі команди по черзі верстатник-оператор набирає безпосередньо кнопками й перемикачами пульта керування пристроєм ЧПК.

3. Режим універсального ручного керування можливо здійснити тільки на верстатах виконання Ф2. Всі операції, пов'язані з керуванням верстатом, робітник здійснює з підвісної кнопкової станції.

Верстат зі ЧПК може виконувати практично необмежену кількість різних погоджених між собою переміщень робочих органів з точністю, обумовленою конструкцією верстата й системою ЧПК, а також здійснювати необхідні по технологічному циклі обробки включення допоміжних органів. При цьому точність обробки й витрачене на неї час не залежать від рівня кваліфікації й психологічного стану обслуговуючий цей верстат верстатника-оператора. Послідовність обробки може бути точно повторене необмежене число раз і через будь-який проміжок часу.

Застосування верстатів зі ЧПК має наступні переваги.

1. Автоматизація процесу обробки й зниження фізичної й психологічної стомлюваності верстатника-оператора, а також зниження вимог до його кваліфікації навіть при обробці складних і точних деталей.

2. Підвищення продуктивності обробки в результаті:

– концентрації операцій і їхнього сполучення, а в ряді випадків за рахунок можливості, що з'являється, виключення окремих операцій і перевстановлення оброблюваної заготовки;

– оптимізації режимів різання й можливості багатоінструментальної обробки за допомогою двох супортів, збільшення питомої ваги машинного часу в загальному балансі

штучно-калькуляційного часу за рахунок скорочення втрат на пробні проточки й виміри, що особливо відчутно при обробці великогабаритних деталей складної форми з більшим числом оброблюваних поверхонь із точними розмірами;

– впровадження технічно обґрунтованих норм, розрахованих технологом-програмістом.

3. Підвищення точності й стабільності розмірів оброблюваних поверхонь, що, у свою чергу, приводить до спрощення роботи апарата ОТК.

У той же час при перекладі обробки деталей з універсального встаткування на верстати зі ЧПК необхідно завжди брати до уваги порівняльну вартість цих верстатів, а також вартість їх технологічного й технічного обслуговування. Розробка програми й прив'язка інструмента до загальної системи координат верстата вимагають більших витрат часу кваліфікованих фахівців. З урахуванням цих факторів, як правило, виявляється, що прості за формою деталі, для обробки яких треба мало машинного часу, але велика кількість переходів, особливо при одиничному характері виробництва, більш економічно обробляти на універсальних верстатах ЧПК обробки гофрокартону, оснащених пристроями цифрової індикації (виконання Ф1).

При підборі номенклатури деталей або окремих токарських операцій для обробки на верстатах ЧПК обробки гофрокартону варто керуватися положеннями про те, що:

– найбільший ефект дає переклад обробки деталей складної форми з важкодоступними оброблюваними поверхнями;

– деталі складної, особливо криволінійної форми, обробка яких на універсальному встаткуванні вважається не технологічною, на верстатах зі ЧПК обробити легше.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів верстата ЧПК обробки гофрокартону.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем верстата ЧПК обробки гофрокартону; Досліджена система верстата ЧПК обробки гофрокартону; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартону. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання верстата ЧПК обробки гофрокартону.

## Список літератури

1. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
2. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
3. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
4. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
5. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
6. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
7. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційна безпека та комп’ютерні технології”, м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
8. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. International Conference «information technologies, systems and networks ITSН-2017». Chisinau,

- Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces “Alexandru cel Bun”. 2017. P.7.
9. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. Науково-практичний журнал кібербезпеки (SPCSJ) № 1. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.
  10. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.
  11. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Рябой Д.К., Рябая О.В. Модель вузла комутації з відносними пріоритетами, резервуванням ресурсів і обліком реальної надійності обслуговуючих приладів. Збірник тез всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті». м. Кропивницький. 16-17 листопада 2017 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. – С. 198-199.
  12. Смірнов О.А., Коваленко О.В. Використання псевдобулевих методів бівалентного програмування для управління ризиками розробки програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 1 (37). - Полтава: ПолтНТУ. - 2016. - С. 98-103.
  13. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Формалізація процесу проектування тестових наборів. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 3 (48). - Харків: ХУПС. - 2016. - С.96-100.
  14. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Удосконалення методу перевірки коректності таблиць рішень для подання тестових наборів. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 8 (145). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 77-80.
  15. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Розробка впорядкованих каскадних таблиць рішень із використанням матриць слідування. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 6 (143). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 216-220.
  16. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Метод кількісної оцінки ризиків розроблення програмного забезпечення. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). - Харків: ХУПС. - 2016. - С. 128-133.
  17. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Метод якісного аналізу ризиків розроблення програмного забезпечення. Наука і техніка Збройних Сил України. – Випуск 2(23). - Харків: ХУПС. - 2016. - С. 150-158.
  18. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Проблеми аналізу та оцінки ризиків інформаційної діяльності. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 40-42.
  19. Смірнов О.А., Коваленко А.С., Коваленко О.В., Доренський О.П. Удосконалення методу технічного обслуговування об'єктів інтегрованої інформаційної системи. Системи озброєння і військова техніка. – Випуск 2(46) – Х.: ХУПС – 2016. – С. 103-107.
  20. Smirnov A.A., Kovalenko A.V. Kovalenko A.S. Dorensky A.P. Information model and its element for displaying information on technical condition of objects of integrated information system. International Journal of Computational Engineering Research (IJCER). – Volume 6, Issue 1. – India. Delhi. – 2016. – P. 21-27.
  21. Смірнов О.А., Євсєєв С.П., Король О.Г., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Архітектура мікропроцесорів та компонентів ЕОМ. Навчальний посібник – Кіровоград: Вид. Лисенко В.Ф., 2015. – 550 с.
  22. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Мелешко Є.В., Константинова Л.В., Кожанова А.С. Інженерія програмного забезпечення. Навчальний посібник. За ред. О.А. Смірнова. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 409с.
  23. Смірнов О.А., Осадчій С.І., Мелешко Є.В., Іванов С.Г., Павленко М.А., Усачов О.М. Основи технічної експлуатації АСУ. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 322с.
  24. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Кожанова А.С., Лєвошко О.Л., Константинова Л.В. Основи системного програмування. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 257с.
  25. Смірнов О.А., Мелешко Є.В., Семенов С.Г. Методи та засоби обробки сигналів і даних в інформаційних системах. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 250 с.

УДК 004

**В.Кострик, магістр гр. КН-22М-1***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОБМІНУ ІНФОРМАЦІЄЮ У МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ПРОТОКОЛУ SIGNAL

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal. Об'єктом дослідження є процес обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal. Предметом дослідження є методи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal. Методи дослідження базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Спілкування змінилося раз і назавжди, коли люди почали використовувати гаджети та програми для здійснення дзвінків та обміну текстовими повідомленнями. На перший погляд все чудово. Ми можемо спілкуватися з іншими людьми з будь-якої точки світу та витратити менше грошей на міжнародні дзвінки. Всі перераховані вище фактори сприяють популярності месенджерів.

Однак є певні недоліки, які підривають нашу довіру до зазначених месенджерів – конфіденційність і безпека даних. Ось чому захищені програми обміну повідомленнями стають дедалі популярнішими. Програма для обміну повідомленнями Signal, популярне рішення для обміну зашифрованими повідомленнями, є чудовим прикладом того, як зробити спілкування безпечним

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal.
- Дослідження системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal.
- Програмна реалізація системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу

Signal.

*Об'єктом дослідження* є процес обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal.

*Предметом дослідження* є методи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Програми обміну повідомленнями мають мільярди користувачів по всьому світу. За даними дослідження Messenger People, база користувачів



WhatsApp і Facebook Messenger нараховує 1,5 мільярда користувачів у всьому світі. Це означає, що дані мільйонів користувачів знаходяться під загрозою зламу.

Щороку відбувається багато порушень даних. Business Insider заявляє, що в 2018 році особиста інформація мільйонів людей по всьому світу була скомпрометована.

Безпека програми Signal є головною проблемою для розробників, які стоять за програмою. Ось чому програма використовує наскрізне шифрування, оскільки це означає, що всі повідомлення шифруються перед надсиланням і можуть бути розшифровані лише на пристрої одержувача. Єдиний спосіб прочитати повідомлення – на пристрої відправника або одержувача.

Програма приватного обміну повідомленнями Signal покладається на такі криптографічні протоколи:

- Розширений потрійний Діффі-Хеллман (X3DH).
- Алгоритм Double Ratchet, Curve25519.
- AES-256.
- HMAC-SHA256.

Застосовувані протоколи забезпечують захист від MITM (man-in-the-middle).

Після одного конкретного оновлення Signal усі голосові та відеодзвінки були захищені тим самим протоколом Signal, який використовувався для захисту лише текстових повідомлень. Цей протокол був розроблений у 2013 році компанією Open Whisper Systems і вперше реалізований у додатках TextSecure<sup>×</sup>, на основі яких пізніше було розроблено додаток для обміну повідомленнями Signal.

Шифрування сигналу також надає користувачам додаткові функції безпеки, такі як захист повідомлень і сповіщень за допомогою паролльної фрази. Клавіатура працює в режимі інкогніто і не збирає дані про те, який текст набирається. Крім того, повідомлення про зникнення сигналу досить корисні, як і ті, які використовує Snapchat.

Додаток для обміну повідомленнями Signal також надає механізм перевірки ідентичності ваших контактів за допомогою унікального безпечного номера (відбитка пальця).

Що саме означає бути в безпеці? За даними Electronic Frontier Foundation (EFF), існує сім критеріїв для оцінки того, наскільки безпечним є додаток для чату. Вони є:

- зв'язок, зашифрований під час передачі;
- жоден провайдер не має доступу до ключа, за допомогою якого зашифровано зв'язок;
- незалежна перевірка особи кореспондента;
- захистити минулі комунікації, якщо ключі будуть вкрадені;
- код відкритий для незалежного перегляду;
- добре задокументований криптографічний дизайн;
- незалежний аудит безпеки.

На відміну від інших додатків, месенджер Signal відповідає всім стандартам. Крім того, нижче ви можете побачити оцінку безпеки програми для обміну зашифрованими повідомленнями Signal у порівнянні з іншими програмами для чату:

Разом із ідеєю розробки власного додатка для однорангового чату ви також повинні враховувати всі ризики та можливості, які це може принести. Основною особливістю приватного месенджера Signal є зашифрований обмін повідомленнями, але він, безперечно, має більше функцій, про які варто згадати. Фактично, програма може виконати всі вимоги навіть для найвибагливіших користувачів:

- Реєстрація за номером телефону. Зручність – головне, а коли справа доходить до реєстрації, усе стає ще простіше, коли вам не потрібно запам'ятовувати паролі чи дані для входу. Ось чому програма обміну повідомленнями Signal використовує номер телефону та код підтвердження для перевірки реєстрації та входу користувача.

- Повідомлення, що зникають. Користувач може встановити таймер від 5 секунд до 1 тижня для зникнення всіх побачених повідомлень. Неможливо навіть зробити скріншот чату,

тому що програма просто не дозволяє це зробити. Однак push-сповіщення з повідомленнями про зникнення Signal (незалежно від того, зникає воно чи ні) можна зробити за допомогою знімка екрана, оскільки безпека програми для обміну повідомленнями Signal, яка працює у фоновому режимі, не може блокувати стандартні функції пристрою.

– Голосові та відеодзвінки. Додаток для обміну повідомленнями Signal надає своїм користувачам можливість здійснювати кришталево чисті та безпечні голосові та відеодзвінки, що робить додаток придатним для ділового спілкування.

– Групові чати. За допомогою безпечних чатів «один на один» користувачі можуть вести приватні зашифровані розмови зі своїми друзями. Крім того, сервер програми обміну повідомленнями Signal не має доступу до будь-яких метаданих груп, включаючи піктограми, заголовки та списки учасників.

– Обмін контентом і розваги. Оскільки додаток для обміну повідомленнями Signal досить популярний, він ніколи не припиняє розвиватися та впроваджувати нові функції. Поки що програма безпечного чату дозволяє користувачам ділитися не тільки текстами, але й гіфками, фотографіями, відео, місцезнаходженням, будь-яким документом чи файлом і навіть голосовими повідомленнями (це дуже зручно для швидкого обміну інформацією).

– Особливості платформи. На Android користувачі можуть встановити приватний месенджер Signal як програму за замовчуванням для SMS/MMS, яка дозволяє надсилати та отримувати SMS-повідомлення користувачам, які не є користувачами Signal, або за відсутності підключення до Інтернету. Єдине застереження полягає в тому, що ці повідомлення не шифруються.

– Безпека та шифрування. Впровадження протоколів безпеки – завдання не з легких, скоріше, потребує величезних зусиль. Однак є кілька порівняно простіших варіантів. Один із них, наприклад, використовує Telegram API (ще один безпечний додаток для чату). Перевагою є те, що вам не потрібно розробляти бек-енд і базу даних, що заощадить ваш час і гроші. Це рішення також має свої недоліки; у вас немає доступу до бази даних або контролю над нею, тому неможливо змінити потік або бути на 100% впевненим у безпеці даних користувача.

Відсутність наскрізного шифрування не означає, що вся ваша історія чату буде пошкоджена та використана з поганими намірами. Насправді, на відміну від додатка для обміну повідомленнями Signal, багато відомих месенджерів отримали свою популярність і базу користувачів без впровадження суперпротоколів безпеки. Візьмемо, наприклад, такі гіганти, як Facebook Messenger і WhatsApp, які лише нещодавно стали шифруватись за допомогою протоколу Signal (розробленого Open Whisper Systems).

Більшість із нас не часто ділиться дуже конфіденційними даними у своїх повідомленнях. Однак наскрізне шифрування служить додатковим заходом безпеки, коли ви надсилаєте будь-яку особисту інформацію, як-от платіжні дані, номери соціального страхування, імена користувачів, паролі тощо. Наскрізне шифрування сигналу та зникнення повідомлень можуть дати вам спокій і впевненість у безпеці даних.

Конфіденційні дані користувача можуть бути викрадені або, що ще гірше, використані шантажистами чи оприлюднені. Таким чином, питання безпеки даних стає ще більш відчутним. І саме тут такі програми, як Signal, потрапляють у центр уваги.

Отже, що таке Signal і що робить його найбезпечнішим додатком для обміну повідомленнями? Приватний месенджер Signal був побудований на основі існуючих додатків RedPhone і TextSecure і був запущений у березні 2015 року компанією Open Whisper Systems. Він використовує протоколи обміну повідомленнями з наскрізним шифруванням (Curve25519, AES-256 і HMAC-SHA256), щоб захистити зв'язок і забезпечити відсутність атак MITM (людина посередині). Що також відрізняє його від інших програм для чату, так це те, що його вихідний код доступний на GitHub для всіх, хто хоче вивчити його або перевірити наявність недоліків у безпеці.

Але що саме означає бути в безпеці? За даними Electronic Frontier Foundation (EFF), існує сім критеріїв для оцінки того, наскільки безпечним є додаток для чату. Вони є:

- передача зашифрована;
- відсутність доступу провайдера до зашифрованого ключа;
- незалежна перевірка особи кореспондента;
- захистити минулі комунікації, якщо ключі будуть вкрадені;
- код відкритий для незалежного перегляду;
- добре задокументований криптографічний дизайн;
- незалежний аудит безпеки.

Відповідно до цих критеріїв, Signal вважається гравцем А.

Як розробити безпечну програму обміну миттєвими повідомленнями, як-от Signal

Основною функцією програми Signal є обмін приватними миттєвими повідомленнями, але вона безумовно має більше функцій, про які варто згадати. Фактично, програма може виконати всі вимоги навіть для найвибагливіших користувачів.

#### **Реєстрація за номером телефону**

Зручність – головне, і коли справа доходить до реєстрації, стає набагато простіше, коли вам не потрібно запам'ятовувати паролі чи дані для входу. Ось чому Signal використовує надісланий номер телефону та код підтвердження для перевірки реєстрації або входу користувача.

#### **Повідомлення, що зникають**

Користувач може встановити таймер від 5 секунд до 1 тижня для зникнення всіх побачених повідомлень. Неможливо навіть зробити скріншот чату, тому що програма просто не дозволяє цього робити.

#### **Голосові та відеодзвінки**

Signal надає своїм користувачам можливість здійснювати кристально чисті та безпечні голосові та відеодзвінки, тому ця програма також підходить для ділового спілкування.

#### **Групові чати**

Разом із безпечними чатами «один на один» користувачі також можуть вести приватні зашифровані розмови зі своїми друзями. Крім того, сервер Signal не має доступу до будь-яких метаданих груп, включаючи значки, заголовки та списки учасників.

#### **Обмін контентом і розваги**

Signal ніколи не припиняє розвиватися та впроваджувати нові функції. Поки що додаток дозволяє ділитися не тільки текстом, але й gif-файлами, фото, відео, місцем розташування, будь-яким документом або файлом і навіть голосовими повідомленнями.

#### **Особливості платформи**

На Android користувачі можуть встановити Signal як програму для SMS/MMS за замовчуванням, яка дозволяє надсилати й отримувати SMS-повідомлення користувачам, які не користуються Signal, або якщо немає підключення до Інтернету. Єдине, що ці повідомлення не зашифровані.

#### **Безпека та шифрування**

Впровадження протоколів безпеки непросте завдання. Це вимагає величезних зусиль. Звичайно, є порівняно прості варіанти. Одним із них є, наприклад, використання Telegram API (ще одна безпечна програма для чату). Перевагою є те, що вам не потрібно буде розробляти бек-енд і базу даних, що заощадить ваш час і гроші. Але це рішення також має свої недоліки. Ви не матимете доступу до бази даних або контролю над нею, тому буде неможливо змінити потік або бути на 100% впевненим у безпечному розміщенні даних користувача.

Відсутність наскрізного шифрування не означає, що вся ваша історія чату буде пошкоджена та використана з поганими намірами. Насправді, багато відомих месенджерів починали і завойовували свою популярність і базу користувачів без впровадження суперпротоколів безпеки. Візьмемо для прикладу таких гігантів, як Facebook Messenger або WhatsApp, які почали шифруватися лише нещодавно за допомогою протоколу Signal (розробленого Open Whisper Systems).

Більшість із нас рідко ділиться конфіденційними даними у своїх повідомленнях. Однак наскрізне шифрування служить додатковим заходом безпеки, коли ви надсилаєте свою особисту інформацію, як-от платіжні дані, номер соціального страхування, ім'я користувача, пароль тощо. Отже, використання наскрізного шифрування та зникнення повідомлень може дати вам сердечність і впевненість.

Отже, скільки коштує розробка такого рішення, як додаток для обміну повідомленнями Signal? Ціна та терміни значною мірою залежатимуть від функцій, які зрештою матиме ваш месенджер, їхньої складності, дизайну програми (на основі власних або користувацьких елементів керування) і постачальника, якого ви наймете. Ці фактори ускладнюють надання точної оцінки, не знаючи деталей.

Існують сотні різноманітних програм для обміну повідомленнями, але лише кілька десятків із них здобули широку популярність і успіх. Просто клонувати існуючу програму для обміну повідомленнями Signal – не дуже гарна ідея сама по собі. Щоб успішно вийти на ринок, вам слід подумати про інноваційні та унікальні функції або розробити нішевий додаток. Іншими словами, зробити його відмінним від того, що вже існує – виділити його з натовпу. Візьміть найкращі практики приватного месенджера Signal і додайте свій власний штрих.

Давайте використаємо найпростіші функції, які має мати кожна програма для чату, щоб розрахувати мінімальний необхідний бюджет для такого рішення, як програма для обміну повідомленнями Signal. Вони включають наступне:

Регістрація:

- Увійти за допомогою номера телефону.
- Підтвердження номера телефону.

Контакти:

- Доступ до всіх контактів.
- Сегментація контактів на ті, у яких встановлений месенджер і не встановлений.

Запрошення та обмін:

- Можливість запросити друзів або поширити інформацію за допомогою вбудованої функції обміну.

Чат:

- Обмін миттєвими повідомленнями один на один.
- Статуси повідомлень (прочитані, непрочитані).
- Редагувати або видаляти повідомлення.
- Надсилайте фотографії з галереї або камери.
- Push-повідомлення.

Додаткові можливості:

- Голосові повідомлення.
- Наклейки.

Розробляючи абсолютно новий безпечний чат-сервіс, слід враховувати, що приватний месенджер Signal не є єдиним у світі. Є деякі сильні конкуренти, такі як Telegram, WhatsApp, Google Allo та Facebook Messenger, і це лише деякі.

Незважаючи на однакову основну функціональність, кожна з цих програм має власні налаштування та унікальні функції, які роблять їх маяками в нескінченному океані програм.

Якщо ви вважаєте, що ваша ідея програми може принести користь користувачам і задовольнити їхні потреби, її однозначно варто спробувати.

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема розробленого програмного забезпечення обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal зображена на рисунку 1.

Розроблене програмне забезпечення складається з наступних блоків:

Серверна частина:

- База даних користувачів.
- База даних інформації про користувачів.

- База даних оффлайн повідомлень.

Клієнтська частина:

- Головне меню.
- Блок авторизації.
- Блок відображення контактів.
- Блок налаштувань.
- Блок встановлення статусів.
- Блок пошуку.
- Блок обміну текстовими повідомленнями.
- Блок обміну мовною інформацією.
- Блок обміну відеоінформацією.
- Блок історії повідомлень по контактам.

У основі програмного забезпечення лежить протокол Signal. Signal – відкритий, але не вільний мережний протокол, що забезпечує обмін миттєвими й оффлайновими текстовими повідомленнями. У цей момент використовується для систем: AIM (компанія AOL, керована Time Warner).

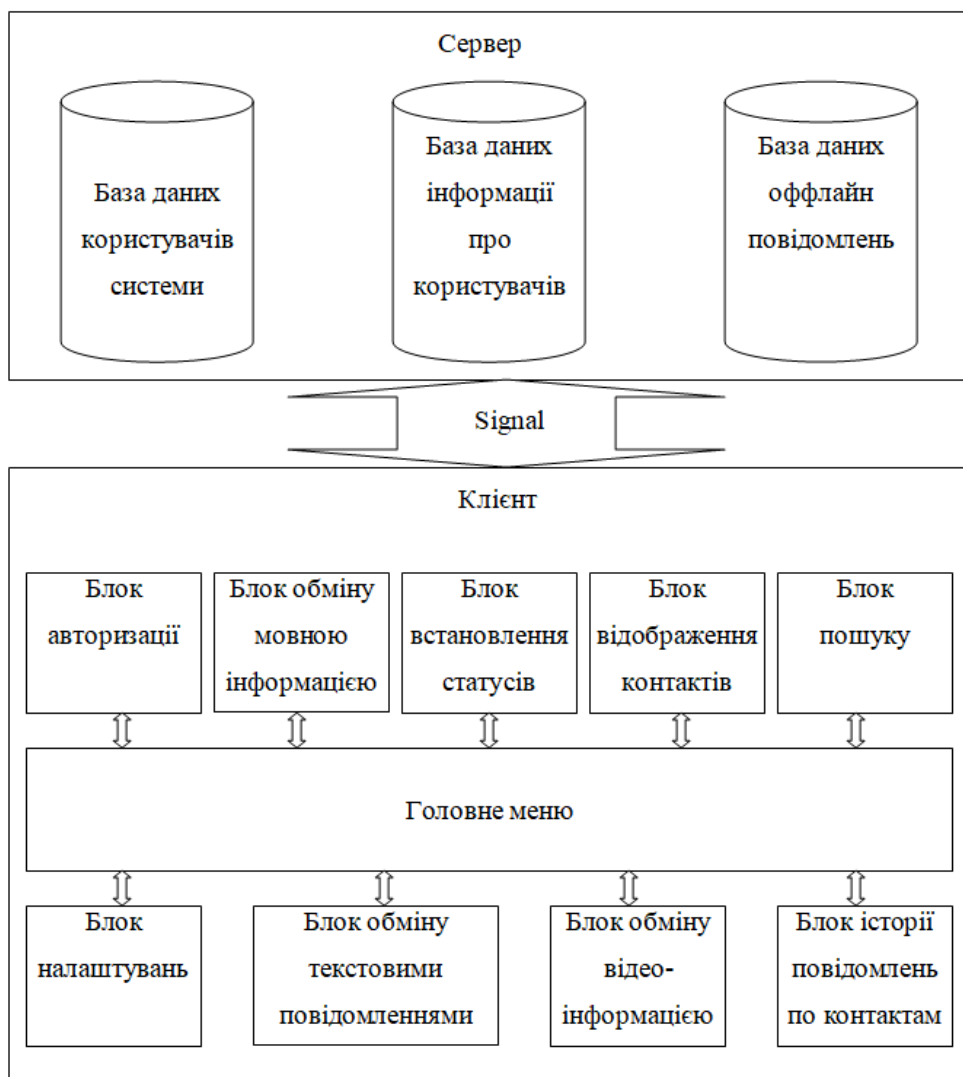


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Особливості протоколу:

- Кожному користувачеві видається UIN (Unique Identification Number) – унікальний ідентифікаційний номер, по якому користувач однозначно визначається системою й іншими



користувачами. У цей час для сумісності з AIM замість UIN використовується поняття ScreenName.

– Користувач має можливість вибрати собі нік, що відіграє роль особистого імені в його повідомленнях. На відміну від UIN, ніки не унікальні для кожного користувача.

– В AOL Instant Messenger функцію UIN грають SN (Screen Name) – так звані екранні імена, унікальні для кожного користувача.

– Протокол підтримує кілька станів, у яких може перебувати користувач. Стани встановлюються користувачем.

Стани:

- Online – доступний.
- Free for chat (F4C) – вільний.
- Away – вдалині від комп'ютера (довго не працював).
- Not available (N/A) – недоступний.
- Occupied – зайнятий.
- Do not disturb (DND) – не турбувати.
- Invisible – не бачимий.
- Offline – відключений.

У програмах-клієнтах сторонніх розроблювачів деякі стани можуть бути відсутніми або мати місце додаткові.

### **Особливості програми**

Програмна реалізація системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal надає всі функції, які ви очікуєте від найсучаснішого месенджера для організацій

Основні функції програми:

- Надсилайте текстові та голосові повідомлення.
- Здійснюйте голосові та відеодзвінки.
- Проведення групових дзвінків.
- Надсилайте файли будь-якого типу (PDF, Office документи тощо).
- Діліться фотографіями, відео та місцями.
- Використовуйте програму на робочому столі.

Особливості:

– Створіть опитування.

– Автоматично вимикати сповіщення в неробочий час.

– Мовчки погоджуйтеся або не погоджуйтеся з отриманими повідомленнями.

– Приховати конфіденційні чати та захистити їх паролем за допомогою PIN-коду або відбитка пальця (Android).

- Виберіть темну або світлу тему.
- Підтвердьте свої контакти за допомогою QR-коду.
- Додайте форматування тексту до повідомлень.
- Створення списків розсилки.
- Цитуйте текстові повідомлення

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal; Досліджена система обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання обміну інформацією у мережі на основі протоколу Signal. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022.
3. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
7. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
9. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
14. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
15. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
17. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, срр. 315-327.
18. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019*. P.22-28.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 .P.517-522.
21. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

УДК 004

**М.Красівський, магістр гр. КН-22М-2**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАКЕТІВ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм. Об'єктом дослідження є процес реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм. Предметом дослідження є методи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм. Методи дослідження базуються на методах інженерії програмного забезпечення, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** У більшості організацій команда пакування програм також є частиною розширеної команди SCCM. Я бачив багато пакувальників програм, які хотіли вивчити SCCM та Intune.

Пакування додатків – це процес створення пакетів програмного забезпечення для легкого встановлення на пристроях користувача. Application Packaging Tool – це утиліта програмного забезпечення, яка допомагає підготувати та розповсюдити програми для розгортання.

Упакування додатків може принести значну користь компаніям скоротивши витрати, зменшивши збої та підвищивши ефективність у різних відділах.

Пакування програми спрощує розгортання програмного забезпечення, знижує витрати, підвищує безпеку та стабільність, а також полегшує керування на різних платформах.

Наведемо основні переваги упаковки додатків:

1. Стандартизація та постійність: упаковка додатків створює узгоджене IT-середовище.
2. Зменшені витрати на підтримку: упаковка мінімізує потенційні збої в програмі, що призводить до зменшення кількості дзвінків у службу підтримки.
3. Розповсюдження по всьому світу: упакуйте один раз і розгорніть всюди.
4. Мінімальне заважання: безшумне встановлення забезпечує безперешкодну роботу систем.
5. Просте керування: спрощене керування IT-додатками для зручності користувача.
6. Розширене звітування: вичерпна інформація про програми для швидкого усунення несправностей.
7. Покращена безпека: безпечніше IT-середовище з меншими правами адміністратора.
8. Заборонене встановлення програмного забезпечення: більше жодних незаконних встановлення.
9. Індивідуалізація: стильна упаковка, що відповідає точним потребам бізнесу.

10. Найкраще оформлення упаковки: узгодження з найкращими світовими практиками.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм.

- Дослідження системи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм.

- Програмна реалізація системи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм.

*Об'єктом дослідження* є процес реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм.

*Предметом дослідження* є методи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм.

*Методи дослідження* базуються на методах інженерії програмного забезпечення, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо основні поняття, пов'язані з організацією розподілених пакетів прикладних програм (РППП), формалізований опис предметної області РППП, розроблені мовні засоби подання опису предметної області РППП у форматі XML і сформульовані вимоги до інструментального комплексу, призначеному для створення й застосування РППП у різноманітних розподілених обчислювальних середовищах (РОС).

РППП орієнтуються на клас завдань, що характеризуються наступними властивостями:

- рішення завдання вимагає проведення розрахунків на ЕОМ з використанням більших обсягів обчислювальних ресурсів (процесорного часу, оперативної пам'яті, дискового простору й ін.);

- можлива декомпозиція загального складного завдання на більше прості (з обчислювальної точки зору) підзадачі;

- процес рішення загального завдання має на увазі розподілене рішення набору її взаємозалежних підзадач;

- не передбачається інтенсивної взаємодії між паралельними процесами рішення підзадач;

- завдання допускає декомпозицію даних на блоки й незалежну паралельну обробку цих блоків;

- рішення завдання виконується, як правило, по одній слабко змінюваній синхронній схемі.

До такого класу відносяться завдання, що вимагають проведення різноманітних розрахунків, а також багато переборних завдань.

Нижче наведені характерні відмінності середовища функціонування, мовних засобів, функціонального наповнення й системної частини РППП від відповідних складових традиційних пакетів:

- Середовище функціонування. Середовищем функціонування РППП є РОС із різноманітними обчислювальними вузлами, організованими на основі різних програмно-апаратних платформ і керованими різними ОС. Найчастіше різноманітні РОС мають низький ступінь відказостійкості.

– Мовні засоби. Як вхідна мова пакета використовується розширювана мова розмітки XML. Потрібні засоби опису великоблочного розподіленого алгоритму рішення завдання у РОС.

– Функціональне наповнення РППП. Як модулі використовуються програми, що виконуються в пакетному режимі, які можуть бути написані на різних мовах програмування (наприклад, C#, Delphi XE5 і ін.), функціонувати під управлінням різних ОС (наприклад, MS Windows, Linux, Mac OS X і ін.) і бути платформи-залежні. Модулі розміщуються в різних вузлах РОС, в одному вузлі РОС може бути встановлено кілька модулів. Припустимо включення до складу функціонального наповнення успадкованого ПЗ, а також нетиражованих програмних комплексів, жорстко прив'язаних до вузлів РОС. Обмін даними між модулями здійснюється через файли.

– Системна частина. Потрібна організація обчислень на основі віддаленого запуску модулів і розподіленого обміну даними. Необхідний моніторинг вузлів РОС.

Більшість інструментальних систем (наприклад, OLYMPUS, ПРИЗ, САФРА, СУПЕРЕЧКИ й ін.) розроблялися, як правило, для створення традиційних ППП. Застосування таких систем для побудови РППП є скрутним. Відомі системи організації розподілених обчислень (наприклад, кластерна система Condor, програмний комплекс BOINC, інструментарій X-COM і др.) дозволяють здійснити у РОС рішення не зв'язаних між собою завдань, що допускають розпаралелювання по даним, але не мають всі необхідні можливості для реалізації перерахованих вище особливостей розподіленого пакета взаємозалежних прикладних програм. У цьому зв'язку виникає необхідність розробки інструментарію для організації спеціалізованого виду прикладних програмних комплексів – розподілених пакетів прикладних програм (РППП).

Властивості класу завдань, характерного для РППП (зокрема, рішення завдання по одній слабко змінюваній схемі), спричиняються вибір процедурного способу постановок завдань пакету. Ці ж властивості в сукупності з особливостями функціонального наповнення РППП (використання як модулі програм, що виконуються в пакетному режимі й розміщених у різних вузлах РОС) приводять до необхідності реалізації процесу рішення завдання по заданій синхронній схемі в режимі інтерпретації.

Формалізований опис предметної області РППП відноситься до класу обчислювальних моделей і являє собою сукупність значимих параметрів предметної області, а також модулів РППП, що реалізують обчислювальні операції із цими параметрами.

У найпростішому випадку опис предметної області РППП можна визначити у вигляді структури:

$$S = \langle Z, T, M, Y \rangle,$$

де  $Z$  – множина параметрів,  $T$  – множина припустимих типів параметрів,  $M$  – множина модулів,  $Y$  – множина вузлів РОС, у яких розміщений той або інший модуль із  $M$ . Зв'язку між елементами множин  $Z$ ,  $T$ ,  $M$  і  $Y$  задані відносинами  $ZT \subset Z \times T$ ,  $IN \subset Z \times M$ ,  $OUT \subset Z \times M$  і  $MY \subset M \times Y$  (у загальному випадку типу «багато-к-багатьох»). Для кожного об'єкта структури  $S$  (параметра, типу параметра, модуля й вузла) визначений набір його атрибутів. Множина  $T$  включає наступні типи параметрів: тип *file*, використовуваний для опису параметрів невизначеної структури (блоків довільного тексту великого розміру); тип *filelist*, призначений для підтримки розпаралелювання по даним (паралельний список параметрів типу *file*); тип *fileconst*, уведений з метою скорочення обсягів передачі даних у РОС (значення параметра типу *fileconst* один раз передається вузлу РОС і потім може неодноразово використовуватися при запуску модулів, розміщених у даному вузлі). Змістовно модуль  $m_i \in M$  реалізує можливість обчислення множини параметрів  $OUT \subset Z$  по множини параметрів  $IN^i \subset Z$ , а множини  $IN^i$  і  $OUT^i$  називаються відповідно множинами вхідних і вихідних параметрів для модуля  $m_i$ . Заелементна обробка параметра  $z_j$  типу *filelist* модулем  $m_i$  виконується в такий спосіб:  $k$ -й елемент параметра  $z_{jk}$  обробляється  $k$ -м екземпляром модуля  $m_{ik}$ . Опис предметної області РППП будемо вважати цілісним, якщо виконуються наступні умови:



1. Умова наявності опису предметної області:

$$(Z \neq \emptyset) \wedge (M \neq \emptyset).$$

2. Умова наявності вхідних і вихідних параметрів модулів:

$$\forall m_i \in M (IN^i \neq \emptyset) \wedge (OUT^i \neq \emptyset).$$

3. Умова цілісності відносин  $IN$  і  $OUT$ :

$$\forall m_i \in M IN^i \cup OUT^i \subset Z.$$

4. Умова відсутності в модулях транзитних параметрів:

$$\forall m_i \in M IN^i \cap OUT^i = \emptyset.$$

5. Умова ненадмірності множини параметрів:

$$\forall z_j \in Z \exists m_i \in M : z_j \in IN^i \cup OUT^i.$$

Постановка завдання для структури  $S$  задається в процедурному виді й у загальному випадку формулюється в такий спосіб: «знаючи  $S$  виконати  $Q$ », де  $Q \subset M$  являє собою частково впорядковану послідовність модулів з  $M$ , які необхідно виконати для рішення завдання. При встановленні часткового порядку множина  $Q$  розбивається на до непустих підмножин. Упорядкування підмножин здійснюється залежно від того, модулі якої підмножини повинні бути виконані раніше. У рамках кожної  $k$ -ї підмножини вхідні в нього модулі можуть виконуватися незалежно друг від друга в будь-якій послідовності або паралельно.

Схемою рішення завдання (СРЗ) будемо називати модель великоблочної програми, що відбиває інформаційно-логічну структуру обчислень у термінах предметної області. СРЗ будується в паралельно-ярусній формі з елементів наступних множин:

- множини параметрів  $Z$ ; множини модулів  $M$ ;
- множини подій  $E$ , що виникають у процесі виконання СРЗ;
- множини функцій  $F$ , призначених для управління процесом виконання СРЗ;
- множини спеціальних операторів:

$O = \{START, STOP, READ \langle \text{список параметрів} \rangle,$

$WRITE \langle \text{список параметрів} \rangle,$

$CALL \langle \text{ім'я модуля} \rangle,$

$FORK,$

$JOIN,$

$TERMINATE \langle \text{список модулів} \rangle\}$ .

Інформаційно-логічні зв'язки між параметрами й модулями СРЗ представляються у вигляді структури  $H = \langle IN^h, \cup, OUT^h \rangle$ , де  $IN^h$  і  $OUT^h$  – множини вхідних і вихідних параметрів СРЗ, відповідно. Структура  $H$  зображується двочастковим орієнтованим інформаційним графом  $G_h$ , що включає дві непересічні множини вершин: вершин-параметрів і вершин-модулів. Вершини-параметри, як і вершини-модулі, є попарно несуміжними. Частково впорядковану послідовність модулів  $Q$  зручно задавати у вигляді булевої матриці розмірності  $k \times n$ , де  $k$  – число ярусів СРЗ, а  $n$  – число модулів в  $M$ . Елемент матриці  $q = 1$  означає, що модуль  $m$  розміщений на  $l$ -ому ярусі СРЗ.

Побудова СРЗ здійснюється у два етапи:

- розроблювач РППП формує яруси СРЗ, розміщає на цих ярусах модулі з  $M$  і визначає події з  $E$ , при виникненні яких необхідно виконати ті або інші керуючі функції з  $F$ ;
- транслятор постановки завдання на основі інформаційно-логічних зв'язків між параметрами й модулями структури  $S$  визначає множини вхідних і вихідних параметрів СРЗ і доповнює постановку завдання спеціальними операторами з  $O$ . СРЗ будемо називати припустимою, якщо вона задовольняє наступним умовам:

1. Умова процедурної постановки завдання:

$$(Q \neq \emptyset) \wedge (IN^h \cup OUT^h = \emptyset).$$

2. Умова допустимості включення модуль у СРЗ:

$$\forall m_i \in Q : q_{pi} = 1 \quad IN^i \setminus (IN^h \cup (\bigcup_{j=1}^{p-1} \bigcup_{\substack{l=1 \\ \forall q_{jl}=1}}^n OUT^l)) = \emptyset.$$

3. Умова інформаційної незалежності модулів, розташованих на тому самому ярусі СРЗ:

$$\forall m_i \in Q : q_{pi} = 1 \quad IN^i \cap (\bigcup_{\substack{j=1 \\ (\forall q_{pj}=1) \wedge (j \neq i)}}^n OUT^j) = \emptyset.$$

Керуючим графом СРЗ будемо називати впорядкований орієнтований граф  $O_u$ , вершинами якого є оператори виклику модулів з  $M$  (або їхніх екземплярів), а також спеціальні оператори.

Кожна дуга  $v_j$  графа  $O_u$  характеризується парою величин  $(/; c)$ , де  $/ \in \{0,1\}$  – це логічний перемикач, що визначає можливість ( $/=1$ ) або неможливість ( $/=0$ ) переходу по дузі  $v_j$ , а  $c$  – обмежник числа переходів по дузі  $v_j$ . Запис  $(; c)$  для дуги  $v_j$  означає безумовний перехід по даній дузі.

Виконання СРЗ у режимі інтерпретації являє собою процес послідовно-паралельного виконання її операторів відповідно до порядку їхнього входження в граф  $O_u$ . Передача даних (значень параметрів) між модулями виконується відповідно до графа  $O$ . Виконання СРЗ будемо вважати *коректним*, якщо воно завершується оператором *STOP* за кінцеве число кроків.

Опис предметної області РППП і постановок завдань представляються у форматі, розробленому на основі розширюваного метамови XML. Функціональні й системні вимоги до інструментального комплексу DISCOMP, призначеному для створення й застосування РППП у різнорідних РОС, сформульовані на основі аналізу відомих методів і засобів організації розподілених обчислень.

### Основні тенденції в розвитку ППП

Як висновок відзначимо перспективні напрямки подальшого розвитку прикладного ПЗ. На сьогоднішній день як основних факторів, що впливають на функціональність ППП і складність їхньої розробки ПЗ, можна відзначити наступні:

- ріст продуктивності персональних комп'ютерів;
- розширення класів розв'язуваних завдань;
- збільшення загального числа користувачів;
- значна кількість раніше створеного (успадкованого) ПЗ;
- розвиток Інтернет і корпоративні мережі.

Розробка додатків з урахуванням цих факторів привела до появи прикладних пакетів і інтегрованих середовищ, які по своїх характеристиках виходять за рамки ППП четвертого покоління. Серед відмітних рис ПЗ нового покоління наступні:

- інтеграція компонентів прикладного пакета не тільки з додатками пакета, але й з оточенням;
- широке використання галузевих стандартів;
- використання інфраструктури Інтернет;
- платформонезалежність.

Особливу значимість на подальшій сценарій розвитку ППП має вплив технологій Інтернет і, зокрема, Web. Можливості, що представляються глобальною мережею дозволяють обмінюватися будь-якою інформацією, яку можна представити в цифровому виді. Це вже зараз із успіхом використовується в провідних пакетах прикладних програм, у першу чергу для забезпечення спільної роботи користувачів. Практична реалізація загального доступу можлива, наприклад, з використанням проміжного ПЗ (middleware). Так, при використанні технології Active, у документ MS Word або таблицю MS Excel можна помістити будь-який документ, що підтримує Active. Впровадженням може бути документ,

розміщений в Інтернет, більше того, є потенційна можливість відредагувати його й зберегти зміни в Мережі.

Все більшою популярністю користується концепція «тонких клієнтів». Під «тонким клієнтом» мається на увазі Інтернет-браузер. Сучасні браузери дозволяють відображати не тільки гіпертекстові документи, але й зображення в растрових і векторних форматах, відео- і аудіодані. Крім цього, браузери представляють засоби інтерактивної взаємодії з веб-серверами у вигляді різних веб-форм (від форм авторизації або пошуку до форм завантаження файлів) і підтримують виконання програм-скриптів на своїй стороні. Це дозволяє створювати програми, що завантажуються з веб-сервера, але виконувані в браузері. Прикладом такого рішення є сервіси Google Docs (Google Документи). Користувачам цього сервісу представляється можливість створювати й редагувати текстові документи, електронні таблиці й презентації прямо у вікні браузера, зберігати їх в Інтернет і надавати в спільне використання.

Через повсюдне проникнення Інтернету, можна говорити про те, що прикладне програмне забезпечення буде переходити в розряд сервісу, тобто користувачі будуть працювати з необхідним програмним забезпеченням через Мережу, одержуючи на свої комп'ютери готові результати. Отже, необхідність у більших локальних потужностях частково відпаде, що буде сприяти росту попиту на недорогі комп'ютери з низьким енергоспоживанням.

В основі технологій, що забезпечують подібні можливості, ряд спільних наробітків провідних виробників ПЗ і організацій по стандартизації. До них відносяться сервісно-орієнтована архітектура корпоративних додатків (веб-сервіси) і стандартизовані формати документів.

### **Веб-сервіси**

Веб-сервіс – програмна система, доступна через локальну або глобальну мережу по заданій адресі, чий загальнодоступні інтерфейси визначені мовою XML. Ця програмна система доступна іншим програмними системами, які можуть взаємодіяти з нею за допомогою XML-повідомлень, переданих за допомогою інтернет-протоколів. Веб-служба є одиницею модульності при використанні сервісно-орієнтованої архітектури додатка. Іншими словами, веб-сервіс – це іменованій компонент розподіленої прикладної системи, доступний по гіпертекстових протоколах.

Основними достоїнствами веб-сервісів є:

- інтероперабельність;
- відкритість архітектури;
- взаємодія програмних систем через засоби захисту інформації (проксі-сервери, міжмережні екрани).

Основним недоліком є менша продуктивність додатків і більший обсяг мережного трафіку в порівнянні з іншими технологіями розподілених обчислень (RMI, CORBA, DCOM/Active). Ще одним недоліком є підвищена вимогливість до апаратних ресурсам на стороні сервера додатків (постачальника веб-сервісів).

### **Уніфікація форматів**

Перспективним напрямком у розвитку ППП є використання уніфікованих форматів документів на основі відкритих стандартів. Відкритий стандарт – загальнодоступна специфікація, звичайно розроблювальна некомерційною організацією по стандартизації, вільна від ліцензійних обмежень при використанні. Відкриті формати є підмножиною відкритих стандартів і визначають специфікації зберігання й подання цифрових даних.

Використання відкритих форматів у ППП дозволяє гарантувати можливість доступу до даних з будь-якого сумісного додатка без оглядки на ліцензійні права й технічні специфікації. Актуальність концепції відкритих форматів підтверджується практикою – урядові організації багатьох країн використовують їх як основний засіб.

На сьогоднішній день розроблені й застосовуються відкриті формати практично для всіх класів завдань, розв'язуваних ППП, починаючи від офісних додатків до мультимедійних даних і 3D-графіки.

#### Додатки за запитом

Поширення веб-сервісів на основі відкритих стандартів веде до ситуації, коли замість запуску певних програм корпоративні користувачі зможуть одержати доступ до будь-яких прикладних засобів, необхідним у цей момент, просто підключившись до Інтернет. У такому контексті додатка можуть бути представлені як вільно й безкоштовно, так і платно, по підписці, залежно від обсягу споживання.

Сполучення широкополосного інтернету із платформонезалежними додатками (написаними, приміром, мовою Java) у деяких областях уже зробили модель комунальних послуг в області ІТ реальністю. Наприклад, Salesforce.com за помірну місячну плату пропонує в Інтернеті додатка для керування відносинами із клієнтами (CRM). Користувачам, кількість яких уже становить близько 100 тис., не потрібно встановлювати або підтримувати в себе складні пакети CRM. Їм досить тільки запустити браузер і підключитися до серверу і послуг. У свою чергу вільний доступ до офісних додатків представляє раніше згаданий сервіс Google Docs, число користувачів якого постійно росте.

#### Розробка структурної схеми

Розглянемо структурну схему системи, зображену на рисунку 1. В архітектурі можна виділити наступні складові:

- систему управління РОС (СУРОС);
- набір обчислювальних клієнтів РОС;
- систему зберігання даних;
- засоби доступу користувачів до РППП.

Процес виконання (інтерпретації) СРЗ у РОС являє собою обчислювальний процес, що включає трансляцію цієї схеми у внутрішнє подання і її покрокову інтерпретацію. Інтерпретація операторів виклику модулів вимагає виконання відповідних модулів у вузлах РОС.

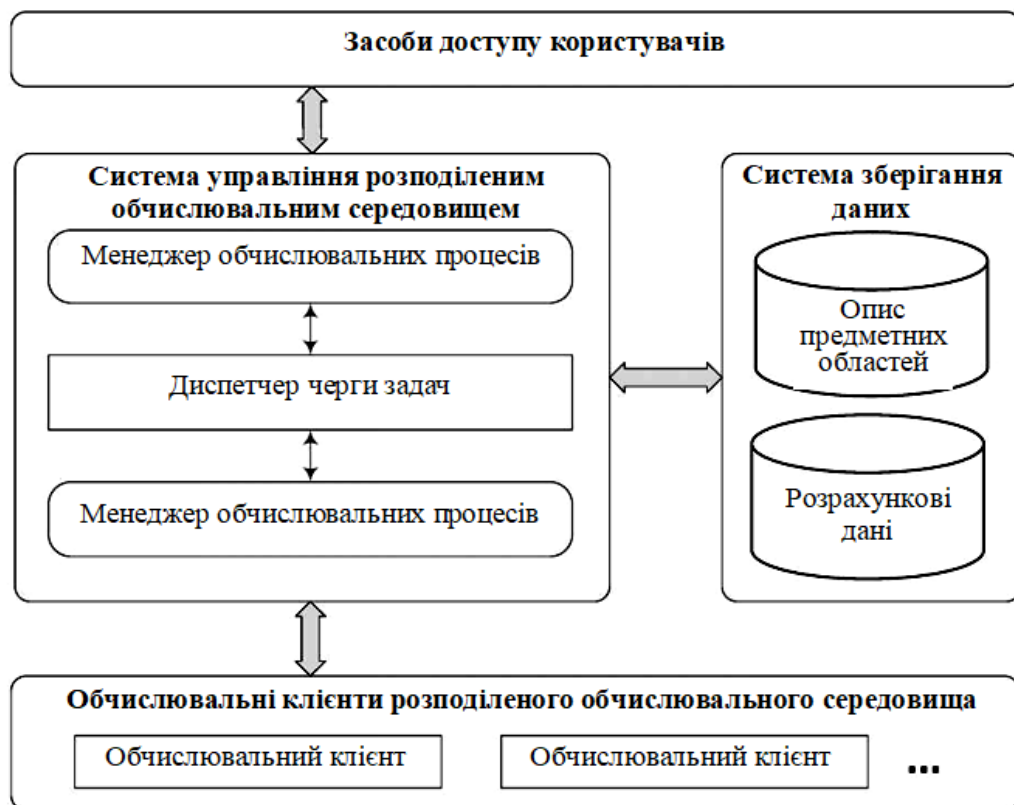


Рисунок 1 – Структурна схема системи

### **Яке майбутнє упаковки програм?**

У сучасному світі 99% організацій почали думати про сучасне управління та цифрову трансформацію. Ми відходимо від традиційного робочого місця? Так, ми повільно просуваємося до цифрового робочого місця.

Пакування додатків є критично важливим потоком на шляху цифрової трансформації вашої організації. Команда, яка розробляє пакети програм, має зазнати трансформації та спробувати відійти від традиційного пакування програм. Більшість організацій переходять від традиційних до сучасних технологій керування пристроями.

Кожна організація повинна негайно почати трансформацію сучасного управління пристроями

У рамках шляху до цифрової трансформації команда з розробки пакетів додатків повинна мати можливість конвертувати традиційний пакет MSI у MSIX.

Подорож до цифрової трансформації вимагатиме значно більше зусиль щодо персоналізації, тому найближче майбутнє пакування є світлим.

### **Сучасний інструмент упаковки програм**

Я бачив, як пакувальна команда витрачає свій час на повторювані завдання. Деякі приклади: підготовка віртуальних машин до тестування пакетів і застосування однакових параметрів налаштування до всіх пакетів.

Сучасні інструменти пакування можуть допомогти вам автоматизувати багато повторюваних завдань пакування.

Я вважаю, що будь-який сучасний інструмент для упаковки повинен допомогти організаціям здійснити цифрову трансформацію. Давайте перевіримо, чи має студія розумної упаковки такі характеристики.

- Машинне навчання та штучний інтелект.
- Наступний рівень автоматизації (унікайте повторюваних завдань).
- Сучасний інструмент упаковки додатків для швидшого створення пакета.
- Розумна інтеграція з віртуальною інфраструктурою для тестування пакетів.
- Розширені параметри усунення несправностей.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм; Досліджена система реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### **Список літератури**

1. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
2. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
3. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobaev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
4. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced



- Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
5. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
  6. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
  7. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
  8. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  9. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
  10. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
  11. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
  12. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
  13. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
  14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenco and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
  15. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
  16. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
  17. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
  18. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
  19. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
  20. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. International Conference «information technologies, systems and networks ITSN-2017». Chisinau, Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces “Alexandru cel Bun”. 2017. P7.
  21. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. Науково-практичний журнал кібербезпеки (SPCSJ) № 1. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.
  22. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.
  23. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Рябой Д.К., Рябая О.В. Модель вузла комутації з відносними пріоритетами, резервуванням ресурсів і обліком реальної надійності обслуговуючих приладів. Збірник тез всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті». м. Кропивницький. 16-17 листопада 2017 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. – С. 198-199.
  24. Смірнов О.А., Коваленко О.В. Використання псевдобулевих методів бівалентного програмування для управління ризиками розробки програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 1 (37). - Полтава: ПолтНТУ. - 2016. - С. 98-103.

УДК 004

О.Кузь, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ НАВІГАЦІЇ ТА МОНІТОРИНГУ ФАЙЛОВОЇ СИСТЕМИ IOS

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи навігації та моніторингу файлової системи iOS. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи навігації та моніторингу файлової системи iOS. Об'єктом дослідження є процес навігації та моніторингу файлової системи iOS. Предметом дослідження є методи навігації та моніторингу файлової системи iOS. Методи дослідження базуються на методах побудови файлових систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи навігації та моніторингу файлової системи iOS. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Історія обміну файлів між комп'ютером і телефоном не нова. На наше століття довелось багато всіляких програм. Громіздкі й гальмові пакети, що містять тонни помилок, перетаскування пісень папками на SD-картку, спеціальні кабелі й не менш спеціальні драйвери до них, у порівнянні із цим, зараз, у другому десятилітті XXI століття, усілякі операції відновлення виробляються тривіально. З 2011 року iOS-пристрою взагалі можна не підключати до комп'ютера, або синхронізуючи їх по Wi-Fi, або користуючись винятково iCloud. Однак потреба у файлових менеджерах для iOS-пристроїв поки що не відпала остаточно, особливо це стосується тих з них, на яких зроблений джейлбрейк. На сьогоднішній день у магазині App Store, є величезна кількість додатків, які асоціюються із клієнтами для соціальних мереж за типом twitter або vk, є файлові менеджери, різні клієнти, що працюють із відеороликами й фотографіями на інших сервісах. Однією фразою можна сказати, що додатків досить. Однак, далеко не всі з них можуть заслужити належної оцінки від користувача. Десь інтерфейс не дуже гарний, десь багато багів, малий функціонал та інші тому подібні проблеми. У прихильників Android завжди є в арсеналі головний аргумент проти iOS-користувачів – довід про закритість платформи. Мол, не можна файли по папках розкидати, не можна без джейлбрейку файлову систему подивитися. Так, папки /var, /root і їм подібні – не можна, однак це не заважає існуванню файлових менеджерів в App Store. Наприклад, після установки iFiles ви одержуєте практично повну файлову систему на iOS-пристрої без усяких джейлбрейків, нехай і в рамках одного додатка.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні Системи навігації та моніторингу файлової системи ios.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи навігації та моніторингу файлової системи iOS.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем навігації та моніторингу файлової системи iOS.
- Дослідження системи навігації та моніторингу файлової системи iOS.
- Програмна реалізація системи навігації та моніторингу файлової системи iOS.

*Об'єктом дослідження* є процес навігації та моніторингу файлової системи iOS.

*Предметом дослідження* є методи навігації та моніторингу файлової системи iOS.

*Методи дослідження* базуються на методах побудови файлових систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу. Структура папок і файлів iPhone.** Власники джейлбрейкннутих iPhone мають доступ до файлової системи свого апарата, що відкриває перед ними додаткові можливості – змінювати налаштування, недоступні офіційним користувачам, установлювати зламані програми й т.д. По суті, працювати із джейлбрейкнутим iPhone можна як із флешкою. Тільки от файлова система його не так проста. І часом досить складно знайти потрібний файл. У цьому розділі з усім цим розберемося.

Почнемо із установлених додатків. На прошиваннях 1.x.x з ними все було набагато простіше. Програми попадали в `private/var/mobile/Applications` і залишалося тільки знайти папку виду `Proga.app`. Але це було ще до відкриття App Store, коли програми завантажувалися з Installer. Нині цей пакетний менеджер втратив свою актуальність. Причому справа не тільки у відкритті онлайн-магазину від Apple. Для установки сторонніх додатків, що не потрапили в App Store, зараз набагато переважніша Cydia.

Втім, у цьому випадку це не так важливо. Програми із Cydia й Installer попадають в одну папку із передвстановленими додатками. Тільки тепер шлях до неї небагато інший – `private/var/stash/Applications.Gg5Ly`. При цьому набір букв і цифр, що впливає за словом Applications для кожного апарата різний.

Ще складніше із програмами, придбаними в App Store. Вони попадають у папку `private/var/mobile/Applications`, але відкривши її, ви побачите купу додаткових папок з назвами виду: `2BF2F 8878-4846-B6E 7-019D0B5AE9B5`. Шукати потрібну програму вам доведеться, клікаючи на них по черзі. У кожній з них є папка з ім'ям додатка, що ви шукайте:

- Стандартні додатки перебувають в `/Applications`.
- Додатки з App Store перебувають у папці `/private/var/mobile/Applications`.
- Фото з камери перебувають у папці: `/private/var/mobile/Media/DCIM/100APPLE`.
- AddressBook, SMS і Mail розташовані в папці `/private/var/mobile/Library/`
- Теми розташовані в папці `/Library/Themes`.

Якщо ви не хакер, то залазити в неї вам, швидше за все, і не знадобиться, а от звернути увагу на сусідню папку Documents іноді може бути корисно. У ній зберігаються файли, які можуть бути цікаві. Скажемо, диктофони зберігають тут аудіо-записи, інтернет-пейджери – відправлені файли, а програми для роботи з документами – ті файли, які ви в них записали й т.д.

З відео, піснями й фотографіями справа простіша. Пісні зберігаються за адресою `private/var/mobile/Media/iTunes_Control/Music`. Правда, вам ще прийдеться їх пошукати по папках виду `F00, F01, F02` і т.д. А шляхи для відео й фото наступні:

- Фотографії: `private/var/mobile/Media/DCIM/100APPLE`.
- Аудіозаписи диктофона: `private/var/mobile/Media/Recordings`.
- iPhoneVideoRecorder: `private/var/mobile/Media/iPhoneVideoRecorder`.
- Cyncorder: `private/var/mobile/Media/Videos`.

Якщо ви встановили нове прошивання, то буде набагато корисніше, якщо ви настроїте телефон як новий, а відновлювати дані будете не через резервне копіювання, а вручну, щоб не залишилися баги старого прошивання. Для цього вам потрібно знати, де зберігається ваша особиста інформація:

- Контакти: `private/var/mobile/Library/AddressBook` (у папці два файли, потрібно зберегти обидва).
- СМС: `private/var/mobile/Library/SMS`.
- Пошта: `private/var/mobile/Library/Mail`.
- Замітки: `private/var/mobile/Library/Notes`.
- Календар: `private /var/mobile/Library/Calendar`.
- Safari (закладки й історія): `private /var/mobile/Library/Safari`.

- Історія дзвінків: `private /var/mobile/Library/CallHistory`.

Якщо ви хочете встановити на свій iPhone оффлайн карту вашого міста, то файл із ім'ям `MapTiles.sqlitedb` потрібно залити в директорію `private/var/mobile/Library/Caches/Maps/MapTiles` (у залежності від версії прошивання), а файл для пошуку вулиць `Bookmarks.plist` у директорію `private/var/mobile/Library/Maps`. Не забудьте, що перед цим потрібно хоча б раз відкрити додаток "Карти" на вашім місті.

У висновку приведемо ще кілька шляхів, які можуть вам знадобитися:

- Рингтони – `private/var/stash/Ringtones.tQjbOo`.
- Шпалери – `private/var/stash/Wallpaper.kPDEMН`.
- Файли налаштувань – `private/var/mobile/Library/Preferences`.
- Налаштування Wi-Fi:

`private/var/preferences/SystemConfigurationcom.apple.wifi.plist`,

– Завантажені файли – `private/var/mobile/Library/Downloads`,  
`private/var/mobile/Documents`.

- Файли Куки – `private/var/root/Library/Cookies`.
- `MobileInstallation`:

`System/Library/PrivateFrameworks/MobileInstallation.framework`

- Посилання "Додому" (збереження на робочий стіл) розміщуються в папці:  
`/private/var/mobile/Library/WebClips`

Для джайлбрейкнутого телефону адреса папок буде починатися з `/private/var/stash`, тобто тут у джайлбрейкнутому телефоні зберігаються стандартні додатки, шпалери й теми, рингтони, програми з Cydia.

### **Розробка структурної схем**

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. На ній показано структуру розробленого програмного забезпечення системи навігації та моніторингу файлової системи iOS.

Структурно розроблена система навігації та моніторингу файлової системи iOS складається з наступних основних блоків:

- Операційна система IOS.
- Система навігації та моніторингу файлової системи iOS.
- Пам'ять.
- Комунікації.
- Вбудовані додатки.

Операційна система IOS складається чотирьох рівнів абстракції, розглянутих нижче, а також наступних структурних блоків:

- Jailbreak – API доступу до файлової системи.
- Трьохмірний графічний інтерфейс користувача Cover Flow.
- Інтерфейс користувача Cocoa Touch з мультисенсорним екраном.
- Технологія Multitouch.

Технологія iPhone представлена у вигляді шарів. Основний шар – це Core OS. На його вершині перебуває шар Core Services. На вершині шару Core Services перебуває шар Media. І на самій вершині перебуває шар Cocoa Touch. Взагалі можна ще більше спростити цю технологію. Можна розділити й об'єднати їх в 2 шари – це шар мови C і шар Cocoa мови Objective C.

Пам'ять буває наступних видів:

- RAM.
- Flash.

Комунікації використовуються наступні:

- Wi-Fi.
- Bluetooth.
- USB 3.0.
- GSM/EDGE.

– GPS, A-GPS.

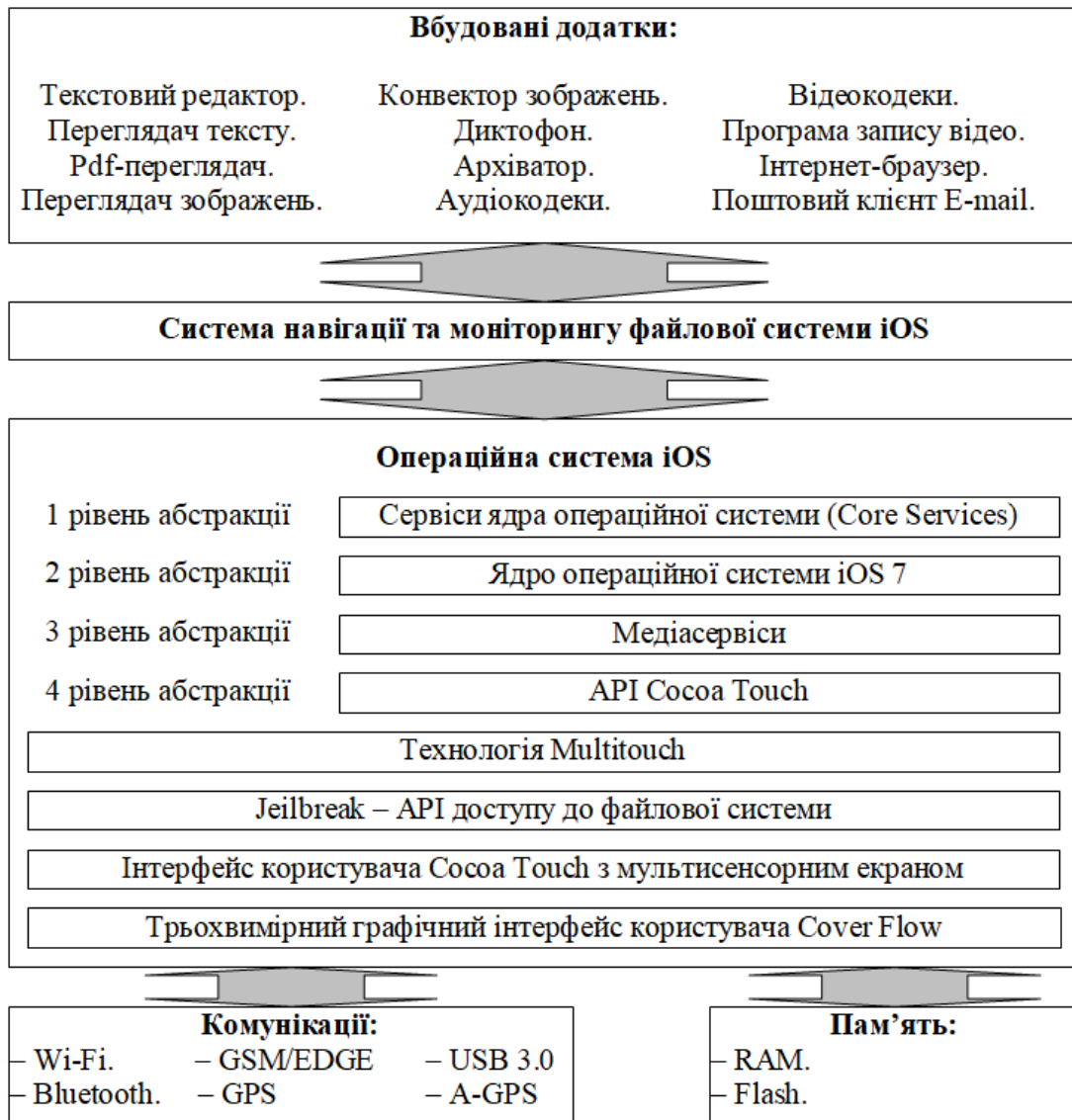


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Джейлбрейк (злом) – це процес використання вразливостей заблокованого пристрою для встановлення програмного забезпечення, відмінного від наданого виробником цього пристрою. Джейлбрейк дозволяє власнику пристрою отримати повний доступ до операційної системи та всіх функцій. Цей процес також називається зломом, оскільки він має на увазі "звільнення користувачів з в'язниці обмежень" пристрою.

Термін «джейлбрейк» найчастіше використовується щодо iPhone, оскільки iPhone вважається «заблокованим» мобільним пристроєм з наявних на ринку. У ранніх версіях iPhone не було магазину програм, і інтерфейс iOS вважався більш обмеженим для користувачів, ніж зараз. У США перша версія iPhone була доступна тільки в мережі оператора AT&T, і користувачі, які хотіли перейти до інших операторів зв'язку, не могли цього зробити, не зламавши iPhone.

Підхід Apple до програмного забезпечення характеризується як замкнута екосистема телефону, тоді як Android доступна налаштування безлічі опцій. Основна мотивація багатьох хакерів – зробити iOS більш схожим на Android. Джейлбрейк був і залишається способом встановлення додатків, не схвалених Apple, а також способом налаштування інтерфейсу.

З моменту появи термін «джейлбрейк» також використовувався для визначення адаптації коду на інших пристроях, від телефонів до ігрових консолей. Іноді він



використовується для позначення встановлення спеціального програмного забезпечення на мобільні пристрої або зняття обмежень на управління цифровими правами (DRM) для перегляду фільмів. Однак зазвичай термін "джейлбрейк" відноситься до продуктів Apple. Крім iPhone, він також застосовується до iPad та iPod Touch.

Термін "джейлбрейк" іноді використовується як синонім термінів "злом" (щодо програмного забезпечення) та "рутинг" (щодо телефонів). Рутинг можна описати як "джейлбрейк для Android", оскільки він спрямований на обхід засобів захисту, встановлених виробниками, для встановлення альтернативних мобільних операційних систем. Також часто зламують мережеві медіаплеєри Amazon Fire Stick та Roku для запуску мультимедійного програмного забезпечення замість вбудованих додатків та комутатори Nintendo для запуску емульованих ігор.

При зломі основні функції пристрою не змінюються. Зі зламаного iPhone або iPad, як і раніше, можна купувати і завантажувати програми з App Store. Однак для завантаження програм, відхилених Apple, та для використання додаткових функцій, отриманих внаслідок злому, використовуються незалежні магазини програм. Найпопулярнішим із них є Cydia – магазин для зламанних iOS-пристроїв, який зазвичай встановлюється у процесі злому.

Код злому зазвичай надається безкоштовно на форумах і сайтах спільнот зломщиків, які просувають необмежену користування пристроями. Більшість кодів злому супроводжується докладними інструкціями та інструментами застосування, але корисно мати деякі технічні знання.

Щодо джейлбрейка іноді використовуються терміни «прив'язаний» та «неприв'язаний».

– **Прив'язаний джейлбрейк** вимагає, щоб iOS-пристрій було підключено до комп'ютера під час увімкнення. Якщо не підключений до комп'ютера iPhone завантажуватиметься за допомогою спеціальної програми, він не перейде в стан злому.

– Для **відв'язаних джейлбрейків** комп'ютер не потрібен. Все необхідне переходу в стан злому міститься на iPhone. Перезавантаження без підключення до комп'ютера не впливає на джейлбрейк.

Зараз, коли програми для iPhone мають більший доступ до операційної системи, джейлбрейк став менш популярним. Оскільки Apple публічно не схвалює джейлбрейк, було впроваджено апаратні та програмні виправлення вразливостей, що використовуються під час злому. В результаті багато версій iOS не вдасться зламати швидко чи легко.

#### **Чи легальний джейлбрейк?**

Строго кажучи, джейлбрейк не є незаконним, але закони у всьому світі різняться, змінюються і часто не є однозначними, коли йдеться про джейлбрейк. Джейлбрейк або рутинг телефону є законним, якщо робиться для встановлення легально придбаних програм. Однак якщо його зроблено для встановлення незаконно придбаних додатків, то й сам процес стає незаконним.

У США джейлбрейк підпадає під дію Закону про захист авторських прав у цифрову епоху, який торкається питань авторського права на цифрові матеріали. Розділ 1201 закону забороняє обхід цифрового блокування доступу до матеріалів, захищених авторським правом, у тому числі до програмного забезпечення. Конгрес переглядає закон кожні кілька років та поступово розширює список винятків. У 2010 році дозволили зламувати телефони, у 2015 році – смарт-годинник та планшети. З того часу до списку винятків було додано більше пристроїв; список продовжує розширюватися у міру перегляду.

Закони можуть відрізнятися у різних країнах світу. У багатьох країнах Джейлбрейк ніколи не обговорювався в суді, тому точна правова позиція залишається неясною.

Хоча Apple не підтримує джейлбрейк, компанія зазвичай не загрожує застосуванням юридичних заходів до зломщиків. Apple навіть відомий своєю подякою співтовариствам, які займаються джейлбрейком, за виявлення слабких місць у системі безпеки.

Незалежно від закону, при зламі телефону гарантія анулюється, тому якщо при джейлбрейку щось піде не так, розраховувати буде нема на що. Джейлбрейк також робить пристрій схильним до цілого ряду проблем безпеки, описаних нижче.

### **Чи безпечний джейлбрейк?**

Джейлбрейк телефону легальний, але не завжди безпечний. В результаті джейлбрейку телефону у кіберзлочинців з'являються можливості його злому.

При джейлбрейку телефону відмова від системи безпеки Apple. Програми, завантажені зі сторонніх джерел, не перевіряються в Apple App Store і тому становлять загрозу безпеці. Після джейлбрейку телефон перестане отримувати оновлення iOS, включаючи оновлення безпеки Apple, що робить його більш вразливими для загроз безпеки.

Apple вважає джейлбрейк iOS порушенням умов використання та інформує клієнтів, що це наражає телефон на наступні ризики:

- Уразливості у системі безпеки.
- Нестабільна робота.
- Можливі збої та зависання.
- Зменшення терміну служби батареї.

Тому Apple застерігає від джейлбрейків iPhone або інших пристроїв iOS. iPhone рідко заражається вірусами, але якщо це відбувається, причиною часто є злом телефону. Якщо щось трапиться з телефоном, його доведеться робити самостійно, оскільки джейлбрейк телефону анулює гарантію.

Слід враховувати, кому належить пристрій та яка інформація зберігається на телефоні. Наприклад, чи належить телефон роботодавцю? Чи синхронізується на телефоні робоча пошта? Будь-яка шкідлива діяльність ризикує не лише ваші дані, а й дані організації. Оскільки безпека зламаного телефону знижена, організація наражається на більший ризик кібератаки.

Організації, що надають співробітникам мобільні пристрої, зазвичай вживають заходів безпеки, що не дозволяють користувачам наражати на ризик дані компанії. Це може бути блокування телефону, яке дозволяє додавати або змінювати лише певні функції, підтримка пристроїв та програм в актуальному стані, встановлення агента мобільного пристрою, здатного виявити джейлбрейк.

### **Переваги джейлбрейку**

#### **Більше контролю за власним пристроєм**

Apple прагне надати користувачам єдиний інтерфейс. Деякі користувачі вважають це обмеженням і хочуть персоналізувати свій телефон, додавши власні іконки, шпалери та меню. Джейлбрейк – це вирішення такого завдання. Після джейлбрейка ви, а не Apple або будь-хто, станете адміністратором свого пристрою з усіма відповідними правами. Наприклад, ви можете додавати іконки на домашній екран iPhone або встановлювати власні заставки. Джейлбрейк також розширює доступ до файлової системи та навіть розблокує можливість підключення інших пристроїв, що дозволяє підключити iPad до комп'ютера та забезпечує більший контроль.

#### **Встановлення та використання неавторизованих додатків**

Apple забороняє завантаження різних програм у свій магазин App Store з міркувань безпеки. Джейлбрейк дозволить встановлювати програми, яких немає в App Store. Cydia – найпопулярніший магазин програм для зламаных телефонів, до якого можна додавати неавторизовані програми, такі як ігри та мережеві інструменти. Емулятори ретро-ігор також є гарним прикладом: Apple забороняє їх завантаження до свого магазину додатків (оскільки вони дозволяють грати в старі комп'ютерні ігри, не купуючи оригінальні копії). Однак вони знаходяться у вільному доступі до Cydia.

#### **Видалення встановлених програм**

iOS не дозволяє змінювати або видаляти встановлені за промовчанням програми, такі як Apple Watch, Погода, Ігри та інші. Ці програми займають місце в пам'яті, що незручно для

людей, які не користуються ними. Джейлбрейк дозволяє видалити встановлені за промовчаням програми Apple і використовувати замість них сторонні програми. Це дозволить, наприклад, налаштувати голосовий помічник Сірі на використання Google Maps замість Apple Maps.

#### **Доступ до додаткових функцій захисту від крадіжок**

Деякі користувачі вважають, що джейлбрейк надасть їм доступ до покращених функцій захисту від крадіжки. Наприклад, у iPhone є функція «Знайти iPhone», але вона не працює, коли телефон перебуває в режимі польоту, вимкнено або не ловить мережу. Існують програми для зламаних пристроїв, які, як стверджують, працюють краще, ніж функція «Знайти iPhone», наприклад iCaughtU. Коли зловмисник вводить неправильний пароль, передня камера фотографує його та надсилає фото власнику пристрою електронною поштою.

#### **Недоліки джейлбрейку**

##### **Припинення автоматичних оновлень**

Більше не вдасться отримувати автоматичні оновлення безпосередньо від Apple. Потрібно буде чекати, поки співтовариство зломщиків виконає джейлбрейк кожної версії iOS. Злом оновлень вимагає часу, крім того, доведеться зламувати кожен версію iOS, що випускається Apple. Це означає, що оновити зламаний телефон не вдасться доти, доки не буде зламано останнє оновлення, що може статися не відразу. Виконання джейлбрейку після великих оновлень може виявитися досить проблематичним. Чи вартує джейлбрейк цих труднощів?

##### **Неможливість інсталювати деякі програмні оновлення**

Внаслідок деяких несанкціонованих змін iPhone може назавжди втратити працездатність після встановлення оновлень iOS, що постачаються Apple.

##### **Анулювання гарантії на телефон**

Apple заявляє, що несанкціонована зміна iOS є порушенням ліцензійної угоди для iOS. Через це Apple може відмовити в обслуговуванні iPhone, iPad або iPod touch, на якому встановлено неавторизоване програмне забезпечення. Таким чином, якщо в результаті джейлбрейку пристрій виявиться пошкодженим або несправним, Apple може відмовити в будь-якому сервісному ремонті.

##### **Зменшення терміну служби батареї**

Зламування програмного забезпечення може призвести до прискореної розрядки батареї, що скорочує час роботи iPhone, iPad або iPod touch від однієї зарядки акумулятора.

##### **Телефон може «перетворитися на цеглу»**

Телефон перестане завантажуватися, реагувати на команди та виконувати дзвінки – «перетвориться на цеглу». Сам собою джейлбрейк не блокує телефон, але існує ризик повної відмови функціонування телефону.

##### **Втрата доступу до контенту та сервісу**

Часто причиною злomu телефону є бажання отримати доступ до більшої кількості контенту, але іноді це може виявитися неефективним, оскільки можна втратити доступ до інших сервісів, таких як iCloud, iMessage, FaceTime, Apple Pay, Погода та Stocks. Сторонні програми, які використовують сервіс Apple Push Notification, мають проблеми при отриманні повідомлень або отримують повідомлення, призначені для інших зламаних пристроїв. Інші сервіси, що використовують push-сповіщення, такі як iCloud та Exchange, стикаються з проблемами синхронізації даних з відповідними серверами. Існували повідомлення про те, що сторонні постачальники блокують зламані пристрої.

##### **Збільшення ймовірності поломки телефону**

Ймовірність виходу з ладу зламаного iPhone або iPad може бути вищою. Програми, доступні для зламаних пристроїв, отримують доступ до функцій та API, недоступних для програм, схвалених Apple. Робота таких програм могла не тестуватися. Це може призвести до частих та несподіваних збоїв пристрою, збоїв та зависання вбудованих та сторонніх програм та втрати даних.

## **Ненадійна передача голосу та даних**

Джейлбрейк може призвести до обриву дзвінків, повільних або ненадійних з'єднань для передачі даних, а також до затримок передачі даних про місцезнаходження або передачу неточних даних.

### **Витік даних**

Сумно відомий інцидент зі зламаними пристроями стався, коли зловмисники отримали доступ до даних для входу в iCloud у 225 000 людей, які намагалися виконати джейлбрейк. Витоку сприяли вразливості системи безпеки, що утворилися в результаті джейлбрейку, що допомогло зловмисникам отримати доступ до пристроїв користувачів.

### **Проблеми з безпекою**

Закритий характер iOS робить її однією з найбезпечніших мобільних операційних систем, оскільки забезпечується захист як особистої інформації, так і самої системи. Зламування телефону збільшує можливості зловмисників вкрасти особисту інформацію, пошкодити пристрій, атакувати мережу або впровадити шкідливі програми, шпигунські програми або віруси.

### **Ризики безпеки при джейлбрейку**

Джейлбрейк телефону є загрозою безпеці. Джейлбрейк надає вам більше можливостей контролю над пристроєм, але також він надає більше можливостей контролю за всіма програмами, які працюють на пристрої. Найбільші загрози безпеці виникають через дозволи цим програмам запитувати root-доступ на пристрої. Якщо на пристрої встановлені шкідливі програми, вони можуть отримати доступ до root, тобто повний доступ до всіх даних на пристрої.

Під час злому порушується закрита екосистема пристрою, що забезпечується Apple для захисту користувачів від загроз безпеки. Зламани телефони набагато сприйнятливіші до вірусів і шкідливих програм, оскільки дозволяють не виконувати перевірку програм Apple, що забезпечує завантаження програм без вірусів. Джейлбрейк допускає встановлення піратських програм, що розповсюджуються безкоштовно додатків та ігор. Це означає, що довіреними стають розробники всіх додатків, що встановлюються, а не тільки розробники Apple.

Дані з банківських програм, збережені паролі та дані облікових записів соціальних мереж можуть опинитися під загрозою, якщо ця інформація стане доступною зі зламаною iPhone. Цей ризик розкрився, коли шкідлива програма для злому iOS, KeyRaider, вкрала 225 000 ідентифікаторів Apple ID та тисячі сертифікатів, закритих ключів та чеків про покупки. Внаслідок жертви повідомляли про незвичайну історію покупок додатків з боку вкрадених у них облікових записів. В інших випадках телефони жертв були заблоковані для отримання викупу.

Крім високого ризику зараження шкідливими програмами, зламани iPhone часто містять помилки, які можуть призводити до збоїв телефону та відключення важливих функцій. Зі зростанням використання смартфонів зростає і ризик мобільних злочинів. Тому важливо бути в курсі останніх загроз та шахрайських схем, а також встановлювати комплексний мобільний захист на пристрої.

### **Як полагодити зламаний телефон**

Зламаний телефон можна відремонтувати, просто відновивши iPhone. Не потрібно вручну видаляти встановлені програми злому, оскільки в результаті з iPhone буде видалено все, і пристрій буде скинуто до заводських налаштувань Apple.

Перед початком переконайтеся, що ви здійснили повне резервне копіювання даних з iPhone або iPad. Це пов'язано з тим, що в процесі видалення джейлбрейка буде виконано повне очищення пристрою та відновлення до стандартної конфігурації. Тому необхідно заздалегідь створити резервну копію всіх файлів, які ви хочете зберегти. Найкраще зберегти файл резервної копії у двох місцях (локально та у хмарі).

#### **Крок 1. Резервна копія в iCloud**

– Підключіть iPhone, iPad або iPod touch до Wi-Fi.

- Перейдіть до меню Налаштування, виберіть [Ваше ім'я] та iCloud.
- Переконайтеся, що увімкнено перемикач Резервна копія в iCloud.
- Натисніть кнопку Створити резервну копію та не відключайтеся від мережі Wi-Fi

до завершення процесу.

Щоб перевірити хід виконання та підтвердити завершення резервного копіювання, перейдіть до меню **Налаштування**, виберіть **[Ваше ім'я]**, потім **iCloud** та **Резервна копія в iCloud**. Під кнопкою **Створити резервну копію** відображається дата та час створення останньої резервної копії.

### **Крок 2. Скасування джейлбрейку**

1. Підключіть iPhone або iPad до комп'ютера або пристрою Mac за допомогою оригінального кабелю USB.
2. Запустіть iTunes на комп'ютері.
3. Розблокуйте пристрій та вимкніть функцію Знайти iPhone.
4. Перейдіть до меню Налаштування, виберіть [Ваше ім'я] та iCloud.
5. Переконайтеся, що перемикач Пошук iPhone вимкнено. Щоб вимкнути цю функцію, необхідно ввести Apple ID та пароль.
6. У iTunes на комп'ютері виберіть пристрій, коли він відобразиться.
7. На панелі Огляд натисніть кнопку Відновити. Запуститься процес видалення джейлбрейку.
8. Під час цієї процедури пристрій перезавантажиться. Пристрій запитає, чи потрібно відновити дані з резервної копії. Можна вибрати опцію iCloud, якщо потрібно відновити дані з файлу, створеного раніше.
9. Після завершення процесу iOS-пристрій повернеться до заводських налаштувань. З'являться стандартні кроки налаштування, які ви виконували під час першого увімкнення пристрою.

Якщо з будь-яких причин не вдається відновити зламаний iPhone, використовуйте режим відновлення, щоб видалити дані з пристрою.

На закінчення: уразливості програм на зламаних пристроях дозволяють зловмисникам легко викрадати конфіденційні дані, такі як платіжна інформація. Увага до небезпек допомагає захиститися під час роботи в інтернеті.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів навігації та моніторингу файлової системи iOS. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем навігації та моніторингу файлової системи iOS; Досліджена система навігації та моніторингу файлової системи iOS; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи навігації та моніторингу файлової системи iOS. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання навігації та моніторингу файлової системи iOS. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### **Список літератури**

1. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
2. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
3. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019.



P.517-522.

4. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
5. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
7. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
8. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
9. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №3(23), С. 111-131.
10. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
11. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхусейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи*, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
12. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
13. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». *Проблеми телекомунікацій*. № 1(26). С. 83-96. 2020.
14. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки*. №4. С. 103-110. 2020.
15. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. № 3(7). С. 43-62. 2020.
16. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. № 2(33). с. 161-172, 2019.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova, K. *Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties*. Монографія: In.: *ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures*. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
18. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. № 1(32). с. 184-194, 2019.
19. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. *Вісник інженерної академії України*, №3, с. 145-152, 2018
20. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. *Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1*, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
21. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. *Asian Journal of Information Technology*. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.

УДК 004

Д.Купчин, магістр гр. КН-22МЗ

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МАРШРУТИЗАЦІЄЮ У ЦЕНТРАХ ОБРОБКИ ДАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ TRILL

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL. Об'єктом дослідження є процес управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL. Предметом дослідження є методи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL. Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** На зміну архітектурі «клієнт-сервер», яка багато років домінувала в ІТ, приходить сервіс-орієнтована архітектура. Якщо раніше більшість процесів серверної частини виконувалися на одному фізичному сервері, а тому при взаємодії між ними мережа не задіялася, то зараз для підвищення ефективності використання обчислювальних ресурсів окремі процеси розподіляються по різних серверах, що істотно підвищує навантаження на мережу. У сервіс-орієнтованій архітектурі більшість даних залишається усередині центрів обробки даних (ЦОД, дата центри), і передається між його встаткуванням, тоді як частка трафіку між клієнтами й серверами в загальному обсязі даних, що пересилаються по мережах, знижується. На першій стадії розвитку технологій віртуалізації вона використовувалася для підвищення ефективності використання ресурсів окремих серверів, що лише незначно збільшувало навантаження на мережу. З появою рішень на зразок VMotion стала можливою міграція віртуальних машин (без переривання роботи додатків) для підвищення ефективності використання ресурсів серверного парку в цілому. Це привело до різкого росту трафіку по горизонталі. Один тільки факт «розвороту на 90°» основного напрямку передачі трафіку вже робить малоефективними як традиційну ієрархічну архітектуру мереж (доступ – агрегація – ядро), так і логічні структури на зразок «дерева», які були оптимізовані для пересилання трафіку від «кореня» до «листів» і назад, тобто по вертикалі. До цього варто додати ріст інтересу замовників до конвергенції мереж – до впровадження технології FCoE, для якої потрібна гарантована передача трафіку без втрат, а також до повноцінної віртуалізації мережної інфраструктури для підтримки вже віртуалізованих серверів і переходу до хмарної моделі надання/одержання ІТ-сервісів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL.

– Дослідження системи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL.

– Програмна реалізація системи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL.

*Об'єктом дослідження* є процес управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL.

*Предметом дослідження* є методи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL.

*Методи дослідження* базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Приведемо опис технології TRILL (Transparent Interconnection of Lots of Links).

TRILL дозволяє легко конфігурувати Ethernet. Концепція обробки пакетів при відомому місці призначення:

– RBridges запускає протокол стану зв'язків, за допомогою якого маршрутизатору відомо про всіх RBridges у мережі й стани лінків між ними. Використовуючи цей протокол, кожний RBridges розраховує коротку відстань між собою й кожним RBridges у мережі, а так само дерева для доставки multideestination трафіку.

– Коли RBridges1 посилає Ethernet фрейм від кінцевого вузла А, кінцевому вузлу В, що перебуває за іншим RBridges2, то RBridges1 інкапсулює фрейм в TRILL заголовок і пересилає RBridges2. Заголовок TRILL складається з полів "ingress RBridge", "egress RBridge" і лічильника.

– Коли RBridges2 приймає інкапсульований пакет, RBridges2 знімає TRILL заголовок і відправляє пакет кінцевому вузлу В.

#### **Заголовок TRILL**

Основне поля заголовка TRILL – ingress RBridge nickname (16 bits), egress RBridge nickname (16 bits), hop count (6 bits), й multideestination flag bit (1 bit). Довжина поля призначення 16 біт, тому може бути складена таблиця для простого пошуку вихідного порту, у відмінності від Ethernet 6-ти байтового значення, що вимагає хешування, або довгих префіксів, що погодять, IP.

#### **Learning End-Node Locations**

За замовчуванням механізм навчання перепискою між ingress RBridge, source MAC address і коли egress RBridge декапсулює пакет. Якщо RBridge1 не знає де перебуває dstMAC-адреса, то RBridge1 інкапсулює пакет у заголовок TRILL й встановлює multideestination flag, указуючи тим самим, що пакет може бути переданий через все дерево RBridge.

Додатковим опціональним механізмом є End-Station Address Distribution Information (ESADI). ESADI дозволяє RBridge1 представляти декілька або всі кінцеві вузли, приєднані до нього. Обидва механізми (подання й прослуховування) є опціональними. Вони мають ряд переваг:

– Пакети ESADI можуть мати криптографічний захист.

– RBridge має більше підстав знати, що конкретний вузол прикріплений до нього, ніж звичайний перегляд заголовка пакета.

– На RBridge може бути реалізований таймер для перевірки кінцевих вузлів.

Крім того можна створити каталог, у якому перераховані не тільки (RBridge nickname, {set of attached end-node MAC addresses}), але також {(end-node IP address, end-node MAC address)}. RBridge1 або hypervisor, або процес кінцевого вузла можуть запросити інформацію про вузол призначення й інкапсульованих пакетах замість flooding, що дозволяє обійти використання протоколів ARP (IPv4) і ND (IPv6).

## Link State Protocols

Це маршрутизуючий протокол, у якому кожний маршрутизатор визначає своїх сусідів розсилаючи broadcasts Link State Packet (LSP). Всі маршрутизатори мають трохи LSPdatabase, тому що вони всі одержують і зберігають останнє згенероване LSP кожного іншого маршрутизатора. LSPdatabase подає повну інформацію, необхідну для обчислення шляху. І цієї інформації досить для всіх маршрутизаторів для розрахунку сполучного дерева без необхідності використання алгоритму STP.

### Acquiring Nicknames

З огляду на, що останній сформований пакет поширюється й зберігається на RBridge, те за допомогою цієї функції можна поширювати й іншу інформацію, таку як робота протоколу для вибору унікального імені маршрутизатора в мережі. Кожний маршрутизатор вибирає ім'я випадково, уникаючи вже існуючих у мережі імен. Якщо 2 маршрутизатори вибрали однакові імена, то суперечка дозволяється пріоритетом маршрутизатора й 6-byte system ID.

### Mixing RBridges with Bridges

TRILL улаштований так, що будь-яка підмножина мостів у мережі можуть бути замінені на RBridges. Набір каналів з'єднаних мостами буде сприйматися як RBridges одна загальна сполучна ланка. Усередині міст буде поводитися як звичайний міст, створюючи каркас для пересилання пакетів.

У доповненні TRILL заголовка, коли RBridge1 пересилає TRILL-інкапсульований фрейм до RBridge2 може бути додане поле типу з'єднання. Хоча в основному TRILL працює з Ethernet фреймами, але він так само може працювати з PPP, IPSecurity tunnel, MPLS. Якщо лінк Ethernet, то зовнішній заголовок Ethernet, якщо PPP, то PPP і т.д.

Зовнішні заголовки потрібні для двох цілей:

– Якщо це міст на з'єднанні, то він буде сприймати пакет як звичайний Ethernet пакет і пересилати його через сполучне дерево. Вивчаюча таблиця мосту на лінку буде бачити тільки адресу RBridge на цьому лінку.

– Це дозволяє R1 при відправленні фрейму з multiple neighbors, указувати, який з них обраний для пересилання фрейму. Для приклада: якщо однакова вартість шляху до пункту призначення від R2 і R3, то R1 потрібно вказати який R2 або R3 буде пересилати фрейм, у протилежному випадку фрейм буде дубльований.

У такий спосіб інкапсульований фрейм може мати три заголовки:

– Зовнішній заголовок або заголовок hop-by-hop, що знімається на кожному хопі і є специфічним для типу ланки.

– Заголовок TRILL, що за аналогією третього рівня залишається на місці, поки фрейм пересилається від першого RBridge (інкапсульюючого) до останнього (деінкапсульюючого).

– Внутрішній заголовок, що визначає адреси кінцевих вузлів (srci dst).

### Appointed Forwarders

Якщо два RBridges на лінку підключені до одного кінцевого вузла, то тільки один з них повинен інкапсульувати пакет в TRILL. Проте, якщо кінцевий вузол передасть мультикастовий пакет або пакет unknown destination, те R1 інкапсулює пакет і передасть у мережу, R2 одержить цей пакет, і деінкапсулює його. Деінкапсульований пакет знову буде переданий у мережу, прийнятий R1 і знову інкапсульован. Вартість пройдених хопів не вирішить цю проблему, тому що вона не існує, поки пакет не інкапсульован. У протоколі IS-IS один з RBridges вибирається Designated RBridge (DRB). DRB може делегувати іншим RBridges роботу з інкапсуляції/деінкапсуляції пакетів з певним VLAN. Тим самим R2 інкапсулює пакети з VLANx, R3 з VLANy та R1 з VLANz.

### Розробка структурної схеми

Технологія TRILL визначена в серії документів організації IETF (RFC 5556, 6325, 6327, 6349), але деякі механізми перебувають тільки в стадії розгляду. Часто неї називають маршрутизацією на рівні L2. Як відомо, класична маршрутизація виконується на підставі інформації рівня L3, при цьому рішення про вибір маршруту здійснюється за результатами



обчислення найкоротшого шляху. TRILL реалізує схожу логіку, але тільки не для IP-, а для MAC-адрес. Не дивно, що «мовою» TRILL підтримуючу цю технологію комутатори називаються маршрутизуючими мостами, або RBridge.

Для обчислення найкращого шляху до пункту призначення комутатори RBridge використовують протокол IS-IS, заснований на відомому алгоритмі Shortest Path First (SPF). Комутатор, що перебуває на вході в хмару TRILL, за допомогою IS-IS відразу визначає 16-розрядний ідентифікатор комутатора на виході. Кожний наступний комутатор (транзитний вузол) у хмарі пересилає трафік на основі цього ідентифікатора, завдяки чому усередині хмари не потрібно підтримувати таблицю зовнішніх MAC-адрес. Вузли оперують дуже невеликим обсягом адресної інформації, що спрощує їхнє завдання, зокрема, по розподілі трафіку по множині шляхів. У технології TRILL вводиться такий важливий параметр, як «час життя» – Time To Live (TTL): при проходженні кадром кожного вузла в мережі TRILL значення цього параметра зменшується. Цей механізм відсутній у класичній технології Ethernet, що багато в чому і є причиною зациклення трафіку – без поля TTL кадр Ethernet може нескінченно довго «подорожувати» по мережі, якщо не досягне адресата.

У цей час кілька виробників при описі своїх рішень згадують про технологію TRILL. Зокрема, Cisco називає свою технологію FabricPath, підтримувану пристроями серій Nexus 5000 і 7000, сумісної з TRILL. Однак незалежні експерти відзначають ряд відступів від стандарту – зокрема, інший формат кадру, що використовується для передачі трафіку між комутаторами. Але оскільки Cisco бере активну участь у триваючій стандартизації TRILL, висока ймовірність, що фірмові функції згодом стануть частиною стандартів. Властиво, таке вже багаторазово відбувалося при формуванні стандартів на інші мережні технології.

На рисунку 1 наведена структурна схема системи у вигляді ЦОД, у якому застосовується комбінація технологій Cisco FabricPath і FEX. Sxxx – це номери (ідентифікатори) комутаторів, використовуваних для доставки кадру усередині мережі FabricPath. Так, у кадр, відправлений вузлом з MAC-Адресою А вузлу з MAC адресом С, на вході в мережу FabricPath додається заголовок, де як номер вихідного комутатора вказується S300, і подальша передача до виходу з мережі FabricPath буде здійснюватися на підставі цього номера.

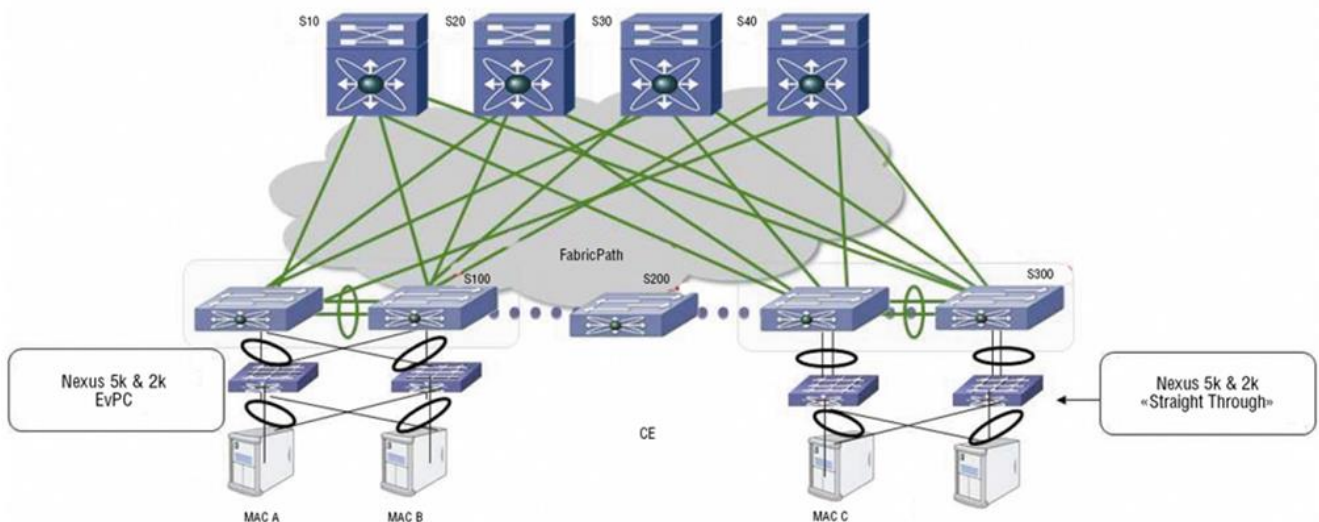


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Показані на схемі S100 і S300 – це так звані емульовані комутатори (або домени vPC+), тобто пари комутаторів, підключення до яких здійснюється за технологією Multi-Chassis PortChannel. Кожний з комутаторів у парі має також свій власний ідентифікатор FabricPath (скажемо, S101 і S102, S301 і S302), а емульований комутатор з погляду логічної топології FabricPath (як вона видна в IS-IS) виглядає як такий, що знаходиться «за ними»: S100 досяжний через S101 і S102, а S300 – через S301 і S302. Тим самим пристрої,



підключені до правого за схемою парі через канали vPC+ (безпосередньо або, як на схемі, через FEX), виявляються досяжні з «рівною вартістю» через S301 і S302, що забезпечує розподіл навантаження між всіма оптимальними каналами. На схемі також зазначені два варіанти підключення виносів FEX – наскрізне (Straight-Through) і EvPC. Оскільки винос FEX – це «продовження» головного пристрою, найбільш простий варіант – підключення FEX тільки до одного «материнського» комутатору. У цьому випадку все настроювання й комутація здійснюється на одному комутаторі, а для резервування на випадок його відмови від серверів організуються канали vPC до виносів FEX, підключених до різних комутаторів у парі vPC. Такий варіант історично називається Straight-Through. Альтернативний, більше складний варіант – підключення FEX відразу до двох головних комутаторів. У цьому випадку комутація відбувається відразу на обох за рахунок організації підключень vPC від FEX до пари комутаторів, а узгодження настроювань для портів FEX здійснюється, наприклад, за допомогою автоматичної синхронізації конфігурацій. У такій схемі можуть використовуватися підключення vPC і до серверів, що дозволяє говорити про дворівневий vPC – від комутаторів до FEX і від FEX до серверів. Дана схема одержала назву Enhanced VPC (EvPC). Але повернемося до реалізацій технології TRILL. Вона покладена й в основу рішення Virtual Cluster Switching – «фабрики» Ethernet, розробленою компанією Brocade. Правда, замість протоколу IS-IS у рішенні компанії використовується протокол Fabric Shortest Path First (FSPF), запозичений з миру Fibre Channel. Як указують фахівці компанії, протокол FSPF дозволяє кожному комутатору VCS одночасно «бачити» всі вхідні в «фабрику» пристрою й вибирати маршрути з урахуванням стану всієї топології. Комутація трафіку між двома кінцевими пристроями у фабриці здійснюється в режимі балансування навантаження, при якому використовуються всі можливі еквівалентні шляхи з однаковими мінімальними вагами між кінцевими комутаторами. Фізичні канали Ethernet, що зв'язують два суміжних комутатори в Ethernet фабриці, автоматично поєднуються в одну логічну групу Brocade Fabric Trunk.

Восени 2014 року Brocade представила VDX 8770 – перший модульний комутатор у лінійці пристроїв VDX, призначених для побудови Ethernet-фабрик (до цього будівельникам таких «фабрик» були доступні тільки пристрої з фіксованою конфігурацією). Представлений комутатор істотно збільшує масштабованість і продуктивність Ethernet-фабрики, у якій може налічуватися більше 8000 портів. Як повідомляють у компанії, рішення VDX зараз застосовуються в більш ніж 700 інсталяцій по усьому світі.

**Висновки.** У статті теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL; Досліджена система управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
2. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.

3. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
4. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
6. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
9. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
12. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
15. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
16. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
21. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
22. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
23. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхусейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

УДК 004

В.Лисогор, магістр гр. КІ-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ТА КОНВЕРТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень. Об'єктом дослідження є процес інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень. Предметом дослідження є методи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Конвертер зображень – це простий інструмент, який забезпечує швидкий спосіб виконання основних завдань перетворення зображень:

Він може конвертувати будь-який формат зображення, який розуміє конвертер зображень, у формати BMP, GIF, PNG і JPG.

Він може обертати зображення з кроком 90 градусів, а також автоматично обертати, щоб компенсувати орієнтацію EXIF.

Він може змінювати розмір або збільшувати зображення у відсотках або до абсолютного розміру, за бажанням зберігаючи оригінальне співвідношення сторін.

Щоб отримати доступ до конвертера зображень, виберіть зображення або зображення, які потрібно конвертувати, і, як правило, виберіть команду «Перетворити» в меню «Інструменти / Перетворити зображення». Група типів файлів «Зображення» також додає команду до контекстного меню поширених форматів зображень, тому ви також можете отримати доступ до конвертера, клацнувши правою кнопкою миші файл зображення та вибравши команду «Перетворити зображення».

Конвертер зображень відображає мініатюру наступного зображення, яке буде оброблено. Ви можете ввімкнути деякі або всі наведені нижче параметри одночасно; наприклад, ви можете обертати та змінювати розмір за один крок.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи обробки та конвертації зображень.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень.
- Дослідження системи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень.
- Програмна реалізація системи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень.

*Об'єктом дослідження* є процес інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень.

*Предметом дослідження* є методи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень.

*Методи дослідження* базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Обробка зображень – зміна оригіналу зображення класичними або цифровими методами. Також може позначатися терміном ретушування, ретуш. Метою обробки є корекція дефектів, підготовка до публікації, рішення творчих завдань.

В епоху інформації рівень комп'ютерних технологій значно підвищився, а технологія комп'ютерної інтелектуальної обробки зображень, що підтримується цією технологією, також була розроблена та широко застосована в різних сферах. Основний принцип технології полягає в тому, щоб оцифрувати зображення, потім обчислити дані зображення за допомогою комп'ютерного алгоритму і, нарешті, ввести дані зображення. Застосування технології комп'ютерної інтелектуальної обробки зображень має глибокий вплив на суспільний розвиток. Однак на даний момент у технології комп'ютерної інтелектуальної обробки зображень у Китаї все ще є деякі дефекти, які в основному викликані алгоритмом обробки зображень. Тому аналіз алгоритму технології комп'ютерної інтелектуальної обробки зображень та його практичне застосування має велике значення для просування технології інтелектуальної обробки зображень.

З постійним удосконаленням комп'ютерних технологій, технологія комп'ютерної обробки зображень опинилася в центрі уваги людей в останні роки.

У [1] автор зосереджується на застосуванні технології обробки зображень в інтелектуальному трафіку. Автор спочатку обговорює значення інтелектуального дорожнього руху, а потім пояснює його конкретне застосування в інтелектуальному дорожньому русі з точки зору розпізнавання номерних знаків, виявлення транспортних засобів та електронної поліції.

У [2], в контексті розробки комп'ютерів, автор спочатку всебічно представляє технологію комп'ютерної обробки зображень, потім обговорює переваги технології та, нарешті, систематично представляє її практичне застосування.

У роботі [3] проаналізовано технічні моменти технології комп'ютерної обробки зображень та обговорено її застосування у сфері фарбування поверхні. На результат обробки зображення безпосередньо впливає алгоритм обробки зображення.

У [4] автор представляє різні алгоритми, такі як уточнення та розширення, і намагається ввести кожен алгоритм в обробку зображень, а також порівнює та аналізує результати обробки зображень різними алгоритмами.

У [5] на основі алгоритму глибокого навчання автор створює модель MaskR і розробляє комп'ютерну інтелектуальну систему обробки зображень, придатну для багатьох галузей.

У [6] на основі доказових міркувань d-s автор запропонував інтелектуальний алгоритм, поєднав цей алгоритм з інформаційними технологіями та зробив поглиблений аналіз технології комп'ютерної інтелектуальної обробки зображень.

Щоб досягти швидкого оновлення технології комп'ютерних інтелектуальних зображень, щоб сприяти її подальшому застосуванню в інших галузях, ця стаття спочатку до технології інтелектуальної обробки зображень продовжила короткий виклад відповідних, а потім поєднала з наявними дослідницькими матеріалами та характеристиками була запропонована технологія інтелектуальної обробки зображень, алгоритм обробки зображень математичної морфології, а ефективність запропонованого алгоритму проведена перевірка, остання технологія, що застосовується в галузі промисловості, сільського господарства та транспорту для відповідної специфікації [7- 8]. Дослідження в цій статті не тільки сприяють



швидкому вдосконаленню технології комп'ютерної інтелектуальної обробки зображень, але й закладають теоретичну основу для відповідних досліджень у майбутньому.

### **Технологія інтелектуальної обробки зображень**

На відміну від традиційної технології обробки зображень, технологія інтелектуальної обробки зображень використовує комп'ютер як апаратну підтримку, вводить дані зображення в комп'ютер, а потім виконує спеціальний аналіз даних зображення за допомогою аналізу даних. програмне забезпечення, а потім формує необхідне зображення за допомогою редукації даних [9].

Перетворення даних зображення є ядром інтелектуальної обробки зображень. Обробка алгоритму є ключем до реалізації перетворення даних зображення. Загалом, дослідження технології інтелектуальної обробки зображень полягає в реалізації диверсифікованого перетворення зображень. Технологію інтелектуальної обробки зображень можна розділити на цифрову та аналогову інтелектуальну технологію обробки зображень [10-11].

Перший може реалізувати високу точність обробки зображень, етапи обробки відносно зручні. Загалом, технологія цифрової інтелектуальної обробки зображень може в основному задовольнити ряд вимог поточної обробки зображень; Технологія моделювання інтелектуальної обробки зображень набагато менш точна та гнучка, ніж перша, але цей тип технології демонструє великі переваги у виведенні зображень. Основні технічні моменти технології інтелектуальної обробки зображень включають чотири аспекти: цифрова візуалізація, розвиток функції відновлення, розпізнавання образів і кодування зображень.

Цифрова візуалізація - це вибірка та оцифровка зразків зображень, що допомагає реалізувати цифрове перетворення змінених зображень і зображень; Функція відновлення в основному спрямована на обробку пошкоджених зображень, яка може не тільки відновити пошкоджені зображення, але й посилити ефект джерела. Розпізнавання образів може розпізнавати та обробляти ключову інформацію вхідного зображення, таким чином забезпечуючи точність зображення.

Кодування зображень є останнім кроком інтелектуальної обробки зображень, за допомогою якого інформація про зображення може бути стиснута та передана [12-13].

### **Алгоритм обробки зображень у математичній формі**

Поєднуючи відповідні дослідницькі дані та характеристики технології інтелектуальної обробки зображень, ця стаття пропонує алгоритм обробки зображень у математичній формі для комп'ютерної технології інтелектуальної обробки зображень. На відміну від традиційного алгоритму обробки зображень, алгоритм обробки зображень у математичній формі базується на взаємній роботі та взаємодії між об'єктами та структурними елементами, які можуть реалізувати відновлення основної форми зображення об'єкта, а також остаточний ефект обробки зображення. відповідає очікуваному ефекту.

Для забезпечення нормальної роботи алгоритму математичного опрацювання зображень у технології комп'ютерної інтелектуальної обробки зображень необхідно забезпечити ефективність алгоритму математичного опрацювання зображень.

Конкретне середовище цього експерименту таке: платформа комп'ютерної системи експерименту – програмна система matlab2.0, комп'ютерне програмне забезпечення – система Windows10, а основна частота апаратного процесора комп'ютера – 2,5 ГГц.

По-перше, збір експериментальних даних. У цьому документі експериментальна камера збирає фігуру як експериментальні дані, зображення дорожнього руху як об'єкт експерименту, щоб гарантувати точність результатів, ця стаття буде експериментом, коли камеру розташують на висоті 2 метри на землі, отримання зображення дорожнього руху протягом 7 днів у різних часових і погодних умовах за допомогою алгоритму обробки зображень математичної морфології для обробки вибіркового зображення дорожнього руху.

По-друге, обробка отримання зображення. Зібрані дані зображення обробляються комп'ютером, отримується ряд значень, і значення обробки зображення точно записуються. Нарешті, чисельний розрахунок обробки зображення. Значення обробки зображення,



отримане на вищезазначених етапах, підставляється в алгоритм обробки зображення форми даних, обчислюється відповідне значення, і остаточний ефект обробки зображення оцінюється шляхом порівняння числових результатів.

### **Застосування технології інтелектуальної обробки зображень у промисловій сфері**

Зі швидким удосконаленням науки й техніки промислове виробництво поступово розвивалося в напрямку автоматизації, що стало незворотною тенденцією розвитку. Важливим технічним забезпеченням автоматизації промислового виробництва є обчислювальна техніка. Застосування технології інтелектуальної обробки зображень у промисловій сфері сприяє швидкому підвищенню ефективності промислового виробництва. Вимоги до автоматизації промислового виробництва можуть інтелектуально ідентифікувати частини та весь виробничий процес, а також ідентифікувати інформацію в інтелектуальній роботі машини, операційна машина отримує вхідну інформацію у виробниче замовлення, таким чином для автоматичного виробництва виробничий процес є за підтримки технології інтелектуальної обробки зображень. Крім того, інтелектуальна обробка зображень також може реалізувати автоматичний вибір пошкоджених частин, що покращує якість виробництва та заощаджує витрати на виявлення.

### **Застосування технології інтелектуальної обробки зображень у сфері сільського господарства**

Застосування технології інтелектуальної обробки зображень у сфері сільського господарства можна використовувати для ідентифікації зображень урожаю для виконання роботи сільськогосподарської техніки та збору сільськогосподарської продукції. Наприклад, під час збору фруктів у комп'ютерній системі можна налаштувати систему розпізнавання зображень фруктів для ефективної ідентифікації стану росту фруктів. Це не тільки звільняє аграріїв від великої кількості роботи, але й зменшує шкоду посівам від збирання врожаю. Оскільки на розвиток сільського господарства України глибоко вплинули традиційні методи землеробства, автоматизація сільського господарства почалася набагато пізніше, ніж у розвинених країнах, тому застосування технології інтелектуальної обробки зображень у галузі сільського господарства недостатньо глибоке. Зі швидким розвитком великомасштабного сільськогосподарського виробництва та модернізації технологій в Україні технологія інтелектуальної обробки зображень буде широко використовуватися в сільськогосподарському виробництві в Україні в майбутньому.

### **Застосування технології інтелектуальної обробки зображень у сфері транспорту**

За допомогою технології інтелектуальної обробки зображень умови руху на кожному перехресті можна відстежувати в реальному часі, особливо в районах з великим потоком транспорту. Ця технологія може точно записувати та відстежувати характеристики транспортних засобів, такі як моделі транспортних засобів і номерні знаки, таким чином підвищуючи ефективність нагляду за дорожнім рухом і значно зменшуючи порушення транспортних засобів. Крім того, технологія інтелектуальної обробки зображень може реалізувати точну ідентифікацію транспортних засобів і зменшити ймовірність дорожньо-транспортних пригод. Наприклад, камера на перехрестях може стежити за поведінкою водіїв транспортних засобів, щоб співробітники правоохоронних органів могли відповідним чином покарати порушників і сприяти обізнаності водіїв про безпеку, таким чином ефективно знижуючи ймовірність дорожньо-транспортних пригод.

Швидкий розвиток інформаційних технологій сприяє появі технології інтелектуальної обробки зображень. З моменту своєї появи ця технологія поступово популяризується в різних сферах, таких як сільське господарство, промисловість і транспорт, що відіграє важливу роль у сприянні загальному соціальному розвитку. Для того, щоб сприяти подальшому розвитку цієї технології, необхідно сприяти прогресу алгоритму обробки зображень, щоб алгоритм обробки зображень реформувався та розвивався технологія. Запропонований у роботі алгоритм обробки зображень математичної форми має очевидні переваги перед традиційним алгоритмом і забезпечує точність результатів обробки зображень.

### **Обробка зображень**

Крім статичних двовірних зображень, обробляти потрібно також послідовності зображень.

Джерела зображень:

– Зображення із цифрового фотоапарата може бути скопійоване прямо в комп'ютер для обробки. Переваги – швидкість і оперативність. Недоліки – цифровий шум, висока вартість професійних рішень.

– Негативні фотоплівки й слайди після оцифровки за допомогою сканера можна обробляти на комп'ютері. Перевагою такого зображення є широкий динамічний діапазон, відсутність цифрового шуму. Недолік – зернистість плівки, звичайно низька якість сканування (одержати зображення із плівки, порівнянне по якості із зображенням із професійної цифрової камери, можна тільки на дорогому професійному сканері). Із широкоформатних негативів і слайдів можна одержати зображення дуже великого розміру й високої якості.

– Друковані оригінали, поліграфічні відбитки, надруковані фотографії після перекладу в цифровий вид за допомогою сканера, можна обробляти на комп'ютері. Недоліки – малий динамічний діапазон, у поліграфічних відбитків – растр, що може провокувати утворення муару.

– Фотобанки – більші сховища цифрових і аналогових зображень.

– Сервери файлообміну й пошукові системи. На цих ресурсах нерідко можна зустріти зображення без обмежень на використання.

### **Зміна колірних просторів (кольороподіл)**

Для різних цілей (наприклад, відображення на екрані комп'ютера й друк на папері) використовуються різні способи відтворення зображень і різних математичних моделей, що описують колір (колірні простори) залежно від способу відтворення. Програми обробки зображень здатні конвертувати зображення з одного колірного простору в інше.

Основне завдання підготовки до публікації – привести зображення до вимог технічного процесу, максимально зберігши при цьому саме зображення. Наприклад, при підготовці до офсетного друку необхідно провести колірне конвертації в колірний простір друку (найчастіше – СМУК), забезпечити відсутність перевищення сумарної щільності фарби й «білих плям», тобто ділянкою, де мінімальний зміст фарби менше мінімально відображуваного даним друкованим процесом, скорегувати зображення для того, щоб нейтральні кольори були передані певними для даного друкованого процесу сполученням фарб, попередити зниження різкості в процесі зміни растра під новий техпроцес (наприклад, с використання нерізкого маскування).

У широкому змісті, обробка зображень – це будь-яка форма обробки інформації, для якої входом є зображення, наприклад, фотографії або відеокадри. Тому термін «Обробка зображень» є окремою подією терміна «обробка зображень». Обробка зображень – зміна деталей оригінального зображення (у цей час, в основному, цифровими методами).

Обробка фотографічних зображень широко застосовується в космічній фоторозвідці для розпізнавання військових об'єктів і зброї ймовірного супротивника. При розпізнаванні військових об'єктів і зброї ймовірного супротивника обробка зображень украй небажана.

Більшість методів обробки зображень представляють зображення як двовимірні сигнали, застосовуючи до них стандартні методи обробки сигналів.

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема системи складається з наступних блоків.

1. Блок алгоритмів перетворень різних форматів:

- Формат JPEG.
- Формат JPEG 2000.
- Формат BMP.
- Формат PSX.
- Формат GIF.

- Формат ICO.
- Формат PNG.
- Формат TIFF.
- Формат ECW.
- Формат ILBM.
- Формат MrSID.
- Формат PSD.
- Формат SVG.
- Формат PDF.

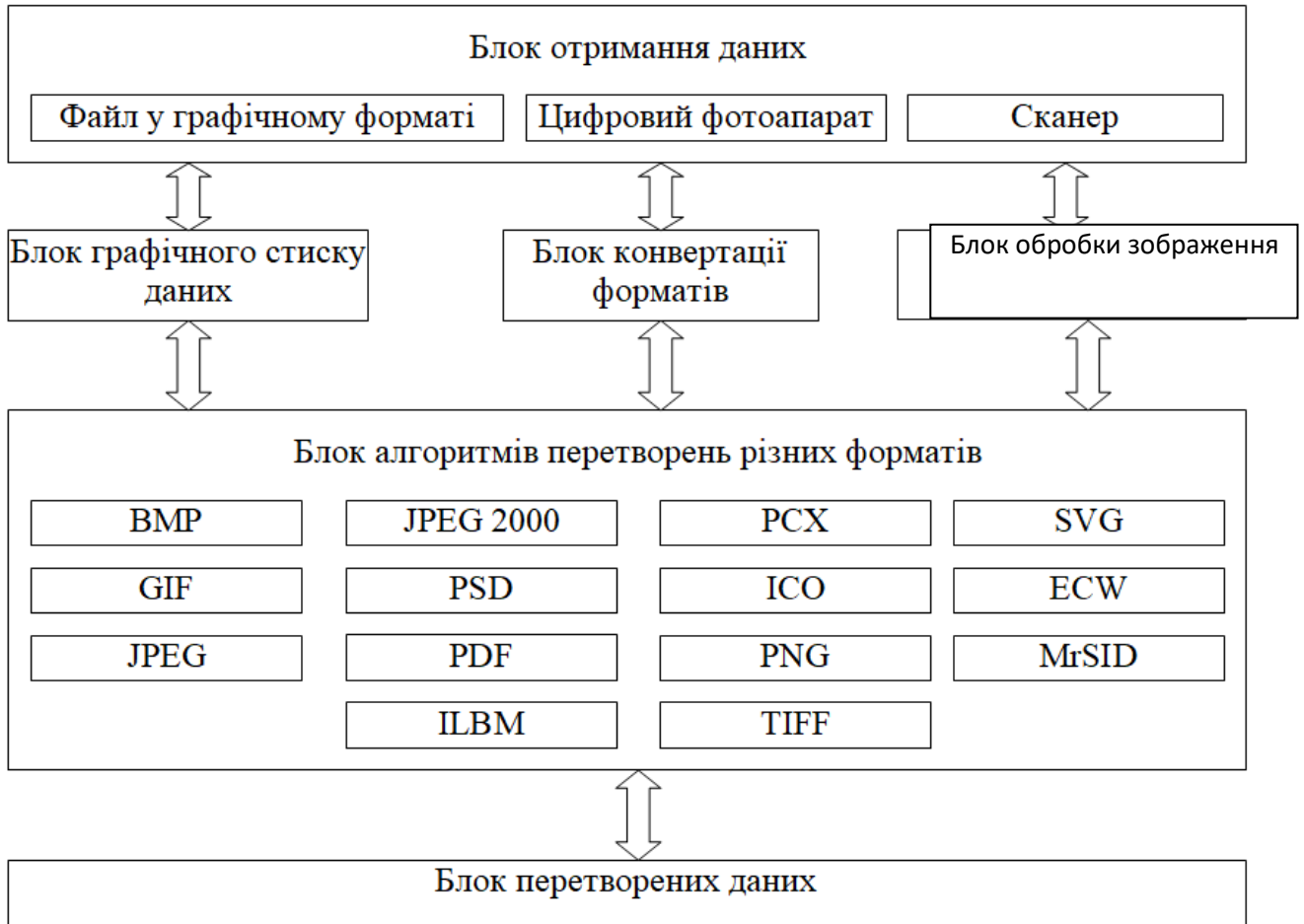


Рисунок 1 – Структурна схема системи

2. Блок отримання даних:

- Отримання даних з файлу у графічному форматі.
- Отримання даних зі сканера або цифрового фотоапарату.

3. Блок обробки зображення – призначений для обробки зображення, тобто являє собою невеликий графічний редактор.

4. Блок конвертації форматів – призначений для конвертації графічних файлів з одного формату у інший.

5. Блок графічного стиску даних – призначений для стиснення даних, отриманих зі сканера, у графічний файл.

6. Блок перетворених даних – призначений для реалізації іншого алгоритму стиску даних, ніж той, що був, до конвертації.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих

систем інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень; Досліджена система інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New Technique for Hiding Data in Cover Images Using Adaptively Generated Pseudorandom Sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2732, 2020, Pages 214-227.
3. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
4. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
5. Т.В. Смірнова, О.М. Дреєв, О.А. Смірнов «Хмарна інформаційна система оцінювання шорсткості з використанням дискретного частотного аналізу макротографій». IV міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 15-16 квітня 2021р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 30.
6. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
7. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
8. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральнотрапнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
9. О. Смірнов, Є. Деменко, О. Онікійчук, А. Арищенко, Л. Горбачова, «Формування псевдовипадкових послідовностей для приховування даних в зображеннях» Комп'ютерні науки та кібербезпека. № 4. С. 30-37. 2019.
10. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
12. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х.: Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139
13. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральнотрапнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.
14. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Дреєв О.М. Мережні інформаційні технології. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 159 с.
15. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дреєв О.М. Моделі системи нейромережових експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних системах. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 36-39.
16. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дреєв О.М., Вялкова В.І. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.
17. Смірнов О.А., Дреєв О.М. Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 2 (118). т.2. - Х.: ХУПС - 2014. - С. 64-67

18. Смірнов О.А., Дреєв О.М. Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації. Збірник тез VI міжнародної науково-практичної конференції “Проблеми та перспективи розвитку ІТ-індустрії”. м. Харків. 17-18 квітня 2014р. – Харків: ХНЄУ. - 2014. - С. 240.
19. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Кожанова А.С., Лешко О.Л., Константинова Л.В. Основи системного програмування. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 257с.
20. Смірнов О.А., Дреєв О.М., Доренський О.П. «Дослідження впливу ступеня стиснення зображень на оперативність їх доставки у телекомунікаційній системі. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 8(115). – Х.: ХУПС – 2013. – С. 234-239.
21. Смірнов О.А., Доренський О.П., Дреєв О.М. Аналіз процесів стиснення та відновлення зображень на основі цифрових методів. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Випуск 3(12). – Х.: ХУПС. – 2013. – С.122-127.
22. Смірнов О.А., Мелешко Є.В., Семенов С.Г. Методи та засоби обробки сигналів і даних в інформаційних системах. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 250 с.



УДК 004

А.Макеєв, магістр гр. КІ-22МЗ

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ НА ОСНОВІ ІМОВІРНІСНИХ СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ НЕБЕЗПЕК ВИРОБНИЦТВ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв. Об'єктом дослідження є процес управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв. Предметом дослідження є методи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв. Методи дослідження базуються на методах теорії графів і булевої алгебри, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Кожне робоче місце має небезпеки, і корисно знати, які становлять найбільший ризик для ваших працівників і вас самих. Здатність визначати небезпеки на робочому місці допомагає вам краще підготуватися до усунення, контролю та навіть запобігання травмам, нещасним випадкам, простоям і пошкодженню майна.

Легко використовувати слова «небезпека» та «ризик» як синоніми. Але правда полягає в тому, що термін «небезпека» є дещо більш тонким, ніж простий ризик. Існує багато визначень небезпеки, але розглянемо цю концепцію, оскільки вона стосується здоров'я та безпеки на робочому місці. Враховуючи цей контекст, ми можемо сказати, що небезпека – це будь-яке джерело потенційної шкоди, збитку або несприятливого впливу на здоров'я когось чи чогось на робочому місці. Ризик, з іншого боку, – це лише можливість того, що може статися нещасний випадок. Ризик можна визначити як ймовірність виникнення небезпеки, а також ступінь серйозності цієї небезпеки.

Кожне робоче місце різне. З цієї причини ризики на робочому місці відрізняються від галузі до галузі, від складу до складу та від робочого місця.

Важливо відокремлювати слово «шкода» від «небезпеки» як у контексті робочого місця, так і в цілому. Можна легко об'єднати ці два слова, але насправді це окремі поняття з різними визначеннями. Знання різниці між небезпекою та шкодою допоможе вам краще підготуватися до запобігання небезпекам на робочому місці та зменшити ризик заподіяння шкоди собі та вашим працівникам.

Небезпека – це все, що потенційно може спричинити шкоду чи інші негативні наслідки. Люди можуть відчувати наслідки для здоров'я, тоді як організації можуть зазнати втрати майна чи обладнання. Небезпеки також можуть становити потенційну шкоду для довкілля.

Термін «шкода» стосується несприятливих наслідків, викликаних небезпекою. Уявіть небезпечний матеріал, який витікає з контейнера на піддоні на складі. Витік матеріалу

становить небезпеку, але шкода виникає лише тоді, коли матеріал завдає негативного впливу на здоров'я людини, пошкодження майна чи обладнання чи навколишнього середовища.

Коротше кажучи, небезпека – це потенційне джерело шкоди працівнику, майну чи навколишньому середовищу. Шкода – це фактичний негативний результат, наприклад травма або пошкодження постраждалої особи, місця чи речі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв.
- Дослідження системи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв.
- Програмна реалізація системи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв.

*Об'єктом дослідження* є процес управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв.

*Предметом дослідження* є методи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії графів і булевої алгебри, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Порушення, спричинені пандемією та війною, викликали зміни у поведінці, які залишаються навіть після того, як загроза зникне. Замовлення щодо житла на місці вимагали від компаній усіх галузей і розмірів оцінити свою діяльність і, для багатьох, прискорили вже необхідну цифрову трансформацію. «Нова норма» й надалі включатиме віддалену роботу, застарілу технологію, яка вимагає локального відбитку та значного обслуговування/підтримки, і, ймовірно, погано обладнана для такого світу. З іншого боку, хмарні інструменти пропонують очевидні переваги віртуального обслуговування, оновлень і вдосконалень, а також пропонують користувачам сучасний, орієнтований на споживача досвід, якого ми всі звикли очікувати, особливо в нашому світі «роботи з дому», але критично важливо, доступ до даних і інформаційних панелей для підтримки та планування на майбутнє.

Для більшості організацій перехід до хмари – це питання не «якщо», а «коли». Згідно з нещодавнім опитуванням Baker Tilly, коли мова заходить про перехід організацій на нове хмарне рішення ERP (SaaS), 20% ймовірно перейдуть протягом наступних 1-2 років, а 29% вже завершили або почали цей процес. Переваги ще ніколи не були такими очевидними. Використання уніфікованої платформи, може надати фінансовим керівникам можливість бачити аналітичні дані в реальному часі. Їм потрібно допомагати керувати винятками, обходити фіскальні пастки, приймати розумні бізнес-рішення, підтримувати фінансову стійкість і збільшувати частку ринку – навіть під час пандемії та війни.

### **Що таке рішення для системної безпеки та безпеки процесів?**

Наші рішення безпеки зосереджені на стратегічній оцінці безпеки та ретельному управлінні ризиками, щоб покращити та захистити кожну фазу ваших проектів, виходячи за рамки простої відповідності.

Ключові переваги наших рішень із забезпечення безпеки систем і процесів

- Вдосконалена відповідність: легко керуйтеся нормативними складнощами. Наше експертне керівництво забезпечує повне дотримання галузевих норм на всіх етапах проекту.

– Комплексне управління ризиками: виявляйте проблеми на ранній стадії та ефективно зменшуйте ризики (навіть непередбачені) за допомогою нашої ретельної ідентифікації та оцінки ризиків, використовуючи як якісні, так і кількісні методи.

– Підвищена надійність проекту: підвищте надійність системи та зведіть до мінімуму незаплановані простої за допомогою таких методів, як FMEA та аналіз дерева несправностей, подовжуючи термін служби активів.

– Економічні рішення: оптимізуйте свій бюджет за допомогою нашого стратегічного управління ресурсами, яке зменшує відходи та скорочує несподівані витрати, максимізуючи ваші інвестиції.

– Індивідуальні заходи безпеки: отримуйте стратегії безпеки, налаштовані відповідно до потреб вашого проекту, забезпечуючи максимальну ефективність і продуктивність.

– Постійна підтримка та моніторинг: підтримуйте високі стандарти безпеки завдяки нашому безперервному моніторингу операційної безпеки та експертній підтримці, адаптуючись до змін обсягу проекту та нових нормативних вимог.

### **Безпека на кожному етапі життєвого циклу вашого проекту**

Потенційні збої в розробці та реалізації проекту становлять значні ризики. Ми пом'якшуємо їх за допомогою нашого всеосяжного аналізу типів відмов і наслідків (FMEA), який включає FMEA процесу (PFMEA) і FMEA дизайну (DFMEA). Ця проактивна стратегія, інтегрована з нашим безперервним наглядом за безпекою, керує кожною фазою проекту, запобігаючи порушенням безпеки, мінімізуючи ризики нещасних випадків і підтримуючи відповідність, таким чином забезпечуючи надійний результат проектування, який відповідає вимогам галузі.

Узгодження проектування та розробки з дотриманням суворих стандартів безпеки та нормативних актів має вирішальне значення для успіху проекту. Ми визначаємо цей успіх із самого початку за допомогою нашого детального процесу специфікації вимог безпеки. Це гарантує, що кожен аспект проекту відповідає чітким і точним стандартам безпеки, сприяючи плавному затвердженню нормативними органами та ефективності експлуатації. Крім того, наші послуги моніторингу операційної безпеки підтримують високі стандарти безпеки протягом усього терміну експлуатації вашого проекту, швидко адаптуючись до нових викликів і забезпечуючи постійну відповідність вимогам і безпеку.

### **Послуги та можливості в рішеннях із забезпечення безпеки систем і процесів**

Підвищте безпеку та ефективність свого проекту за допомогою нашого комплексного набору послуг:

– Ідентифікація небезпек: використовуйте передові методи, такі як HAZID, HAZOP, FMEA та PNA, для раннього та систематичного виявлення ризиків у процесі проектування.

– Оцінка ризиків: застосовуйте як якісні, так і кількісні методи для ретельної оцінки та вирішення ризиків, забезпечуючи широке охоплення.

– Специфікація вимог безпеки: розробіть і визначте точні вимоги безпеки, які керують усіма етапами проектування та розробки, узгоджуючи їх з правилами безпеки.

– Управління життєвим циклом безпеки: контролюйте всі аспекти безпеки від початку проекту до його експлуатації та обслуговування.

– Моніторинг операційної безпеки: безперервно контролюйте показники безпеки на етапі експлуатації за допомогою передової технології, яка адаптується до змін і підтримує високі стандарти.

– Допомога у відповідності нормативним вимогам: експертне керівництво та підтримка для навігації у складних галузевих нормах, що забезпечує постійну відповідність.

– Навчання та семінари: ми проводимо семінари та тренінги, щоб ознайомити вашу команду з поточними стандартами безпеки, найкращими практиками та новими тенденціями в інженерії безпеки систем і процесів.

**Розробка структурної схеми****Виконання розрахунків в імовірнісних моделях (аналіз систем)**

Виконання розрахунків в імовірнісних моделях, тобто аналіз систем, проводиться одночасно з визначенням мінімальних перерізів системи за допомогою розрахункового коду, зокрема, IRRAS [3, 4].

Імітаційні структурно-логічні моделі складних технічних систем відповідають марковській моделі випадкових процесів і складаються з дерев подій і дерев відмов [3, 5]. Древа подій використовуються, якщо система розбивається на підсистеми, кожна з яких може виконати свою функцію і може мати різні ймовірності її виконання в залежності від різних факторів чи обставин. Структурно-логічні моделі у вигляді дерев відмов дозволяють відобразити будь-яку систему. Тобто, дерево відмов є графічною моделлю різних рівнобіжних і послідовних сполучень станів елементів системи (відмов), що приведуть до реалізації заздалегідь визначеної небажаної події. Для побудови дерева відмов необхідно провести аналіз можливого стану елементів і системи в цілому. Кожен елемент технічної системи може мати два стани: робоче і неробоче – відмову. Головна задача імовірнісного аналізу системи складається в розрахунку ймовірності відмови системи на підставі даних про ймовірності відмов елементів. Розрізняють кілька типів відмов елементів в залежності від режиму роботи системи:

- Системи, що знаходяться у режимі очікування.
- Системи у режимі роботи
- Системи, що знаходяться у режимі очікування після їхнього запуску.

З досвіду відомо, що ймовірності відмов елементів технічної системи залежать також від умов виникнення відмови, тому усі відмови технічних систем повинні бути класифіковані за наступними ознаками:

Функціональний прояв відмови (вид відмови):

- відмови на запуск;
- відмови в роботі;
- ушкодження, що може перейти у відмови.

Тип відмови:

- одиничний;
- множинний;
- відмови з загальної причини.

Тривалість усунення відмови:

- до 8 годин;
- понад 8 годин.

Режим роботи установки під час відмови:

- стаціонарний рівень потужності;
- зміна потужності;
- установка заглушена (для АЕС – реактор підкритичний).

Відмови в моделях ІАБ представляються як базисні події.

**Базисна подія** це таке ушкодження (дефект) як відмова устаткування, людська помилка, чи несприятлива умова для роботи елемента системи. Подія відмови не вимагає подальшої розробки, не може бути більше деталізована чи уточнена. Так, в попередньому прикладі на рисунку 4 базисні події – це події:  $x_1, x_2, \dots, x_8, x_{10}$ .

Розглянемо об'єкт **O**, що складається з **n** систем **S<sub>n</sub>**. Для АЕС значення **n** може бути в межах кількох десятків,  $n = 1, 2, 3, \dots$ . Кожна із систем **S<sub>n</sub>** складається з **m** елементів **L<sub>m</sub>**, що мають **i** станів відмов з ймовірностями

**P<sub>i</sub> (L<sub>m</sub>)**. Звичайно  $i = 1$ , часто  $i = 2$ , іноді  $i = 3$ , але можливі й інші варіанти. Наприклад, для ємностей (баків) розглядають один тип відмови для всіх режимів роботи – течі, для засувки – два: відмови на відкриття (чи закриття) і відмови з загальної причини, для насосів три: відмови на запуск, відмови з загальної причини й відмови працювати заданий час **T<sub>m</sub>**. Ймовірності відмов елементів у залежності від режиму роботи елементів системи

обчислюються інтегруванням у межах часу  $T_m$ . У припущенні нормального закону їхнього розподілу, при виконанні розрахунків за допомогою коду IRRAS, розрахунок відбувається за формулами таблиці 1 [3].

Де інтенсивність відмов ( $\lambda$ ) – умовна щільність імовірності виникнення відмови елемента – величина постійна, визначається дослідженням рядів статистичних даних відмов, як і закон розподілу щільності імовірності. Таким чином імовірний стан відмови кожного з елементів системи можна описати у вигляді логічної функції диз'юнкції:

$$P(L_m) = P_1(L_m) \& P_2(L_m) \& \dots \& P_i(L_m)$$

Вплив відмов елементів системи на її відмову досліджується при аналізі роботи системи, залежить від конструкції системи, її схеми або від помилки оператора при експлуатації чи обслуговуванні системи. При цьому можливі наступні варіанти:

– відмова системи, при відмові одного елемента, тобто ймовірний стан системи можна записати як:

$$P(S_n) = P(L_m)$$

Для систем АЕС – це рідка подія, яку можна розглядати як недолік проектування (не виконується принцип одиничної відмови, згідно якого система повинна виконувати свої функції при відмові будь-якого елемента).

– відмови системи при відмові декількох елементів однієї групи:

$$P(S_n) = \text{maj}(P(L_1), P(L_2), \dots, P(L_k))$$

Що є розрахунковою подією для елементів, що знаходяться в резерві. Тут і далі «maj» – позначення для мажорантної логічної функції.

– відмови системи при послідовних відмовах декількох елементів у вигляді булевої функції  $V$  від базисних подій :

$$P(S_n) = V(P(L_1), \dots, P(L_m), P_0)$$

де  $P_0$  – базисна подія, пов'язана з помилкою оператора.

Така імовірнісна схема появи відмов, як показує досвід, є найбільш розповсюдженою схемою відмови технічної системи (відмови накопичуються до якоїсь межі).

Таблиця 1 – Типи розрахунків базисних компонентів у IRRAS

Тип розрахунку	Формула	Методика розрахунку
1	Імовірність (точкові оцінки)	Прямо задається імовірність базисної події чи частота вихідної події.
3	$1 - e^{-\lambda T_M}$	Розрахунок імовірності відмови компонент, що не ремонтуються, по рівнянню: $P = 1 - e^{-\lambda T_M}$
5	$\frac{\lambda \tau_R (1 - e^{-(\lambda + 1/\tau_R) T_M})}{1 + \lambda \tau_R}$	Розрахунок імовірності відмови компонент, що ремонтуються, де $\lambda$ – інтенсивність відмов; $\tau_R$ – середній час ремонту (відновлення)
7	$\frac{e^{-\lambda \tau_s} - 1}{1 + \lambda \tau_s}$	Рівняння для розрахунку імовірності відмови резервних компонентів, що знаходяться у режимі очікування і періодично перевіряються. $\lambda$ – інтенсивність відмов (резервна) і $\tau_s$ – час очікування, що дорівнює інтервалу між перевірками.

Іншими словами, відмови системи в будь-якому випадку можна представити у вигляді булевої функції відмов її елементів і помилок оператора  $P_0$ . К прикладу, розглянемо складну технічну систему [67,68,106], яка складається з елементів:  $w_{ij}$ ,  $e_j$ ,  $p_{ij}$ ,  $c_{ij}$ ,  $m_j$ ,  $g_i$ ,  $w_j$ ,  $b_j$ ,  $n_j$ . Підставляючи у вираз (26) значення логічних змінних, відповідно до їх ДВ через зазначені



елементи системи (базисні події) і, спрощуючи отриманий вираз відповідно до операцій над логічними функціями, одержимо булеву функцію типу:

$$P(S_{ok}) = B(w_{ij}, e_j, r_{ij}, c_{ij}, m_j, r_i, w_j, b_j, n_j),$$

у вигляді суми мінімальних перерізів, що представляє, із заданим ступенем точності, імовірність відмови системи:

$$P(S_{ok}) = w_{1j} + w_{2j} + r_4 + r_1 + \alpha w_{ij} + \alpha_1 p_{1j} + \alpha_2 p_{2j} + \alpha_3 n_j + \alpha_4 p_{3j} + e_1, e_2 + e_1, e_3 + e_2, e_3 + r_2, r_3 + w_{31}, w_{33}, p_{23} + w_{31}, p_{22}, p_{23} + w_{31}, p_{21}, p_{23} + p_{11}, p_{12}, p_{13} + p_{21}, p_{22}, p_{23} + \dots$$

Мінімальний переріз визначається логічним добутком  $k$  базисних подій, що обумовлюють відмову системи (властивість перерізу). При цьому добуток

**(k-1)** подій з цього набору  $k$  подій не повинний приводити до відмови системи (властивість мінімальності). Іншими словами, мінімальним перерізом називаємо сукупність первинних подій у системі, що мають дві властивості:

- Їх спільна реалізація призводить до відмови системи.
- Настання будь-якої комбінації меншого числа подій не призводить до відмови системи.

Тобто мінімальним перерізом є кожен з доданків виразу (28). Набір мінімальних перерізів системи однозначно визначений її деревом відмов і може бути отриманий вручну або за допомогою ЕОМ при використанні спеціальних алгоритмів вибору мінімальних перерізів [3].

Розглянемо довільне дерево відмов, що складається з комбінацій деяких базисних подій:  $X_1, X_2, X_3, X_4$ , зв'язаних логічними операторами:  $I$  (AND) – логічний добуток – (\*) і АБО (OR) – логічна сума (+). Нехай ДВ таке, що вираз для верхньої події буде:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = (x_1 + x_2) * (x_1 + x_3) + (x_1 + x_2) * x_4 + x_1 * x_3;$$

Цей вираз можна спростити за допомогою наступних правил алгебри логіки:

1.  $Z * (X + Y) = X * Z + Y * Z$  ;
2.  $X + X = X$  ;
3.  $X * X = X$  ;
4.  $1 + X = 1$  ;
5.  $1 * X = X$  .

Отже,

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = (x_1 + x_2) * (x_1 + x_3) + (x_1 + x_2) * x_4 + x_1 * x_3 = x_1 * x_1 + x_1 * x_2 + x_1 * x_3 + x_2 * x_3 + x_1 * x_4 + x_2 * x_4 + x_1 * x_3 = x_1 + x_1 * x_2 + x_1 * x_3 + x_1 * x_4 + x_2 * x_3 + x_2 * x_4 = x_1 * (1 + x_2 + x_3 + x_4) + x_2 * x_3 + x_2 * x_4 = x_1 + x_2 * x_3 + x_2 * x_4.$$

Тобто,  $f(x_1, x_2, x_3, x_4) = x_1 + x_2 * x_3 + x_2 * x_4$ .

Іншими словами, верхня подія відбудеться, якщо відбудеться: подія  $x_1$ , або події  $x_2$  і  $x_3$ , або  $x_2$  і  $x_4$ , тобто верхня подія залежить від 3-х мінімальних перерізів.

Взагалі, за імовірність відмови системи приймаємо мінімальну апроксимацію верхньої границі мінімальних перерізів.

Мінімальна апроксимація верхньої границі мінімальних перерізів – це обчислення апроксимує ймовірність об'єднання мінімальних перерізів для дерев відмов. Рівняння для мінімальної апроксимації верхньої границі мінімальних перерізів:

$$S = \prod_{i=1}^m (1 - C_i)$$

де

$S$  – мінімальна верхня границя мінімальних перерізів для неготовності системи;

$C_i$  – імовірність  $i$ -го мінімального перерізу;

$m$  – число мінімальних перерізів.

Оскільки  $C_i$  – імовірності мінімальних перерізів, є малі величини, то з точністю до другого порядку малості, можливо на основі (29) обчислювати ймовірність відмови системи як суму мінімальних перерізів;

Мінімальні перерізи є ключовими інструментами для кількісного аналізу моделей ІАБ. Однак мінімальні перерізи також надають якісну, упорядковану інформацію, що доцільно використовувати для виявлення важливих відмов елементів, а також ситуацій, що можуть приводити до небажаних наслідків. Наприклад, група мінімальних перерізів, що складаються з одного елементу системи, описує відмову окремих елементів, результатом яких є відмова всієї системи, випадок, що відповідає рівнянню (24).

Для моделювання імовірних небезпек виробництва потрібно також побудова декількох ДВ які можливо зв'язати за допомогою ДП в єдину модель виробництва. Тобто, для цілей побудови моделей небезпечних виробництв можливе використання не тільки ДВ але й ДП у випадках коли можливий опис виникнення НВ як послідовних відмов низки систем при їх незалежній роботі.

#### Дослідження значимості базисних подій, що входять в модель системи

Аналіз значимості й чутливості – Importance and Sensitivity Analysis – у ІАБ проводиться для формування практичних висновків по показниках ризику небажаних подій.

Аналіз значимості складається у визначенні значення внеску складових у частоту небажаної події, у частоти аварійних послідовностей і в показники ризику систем.

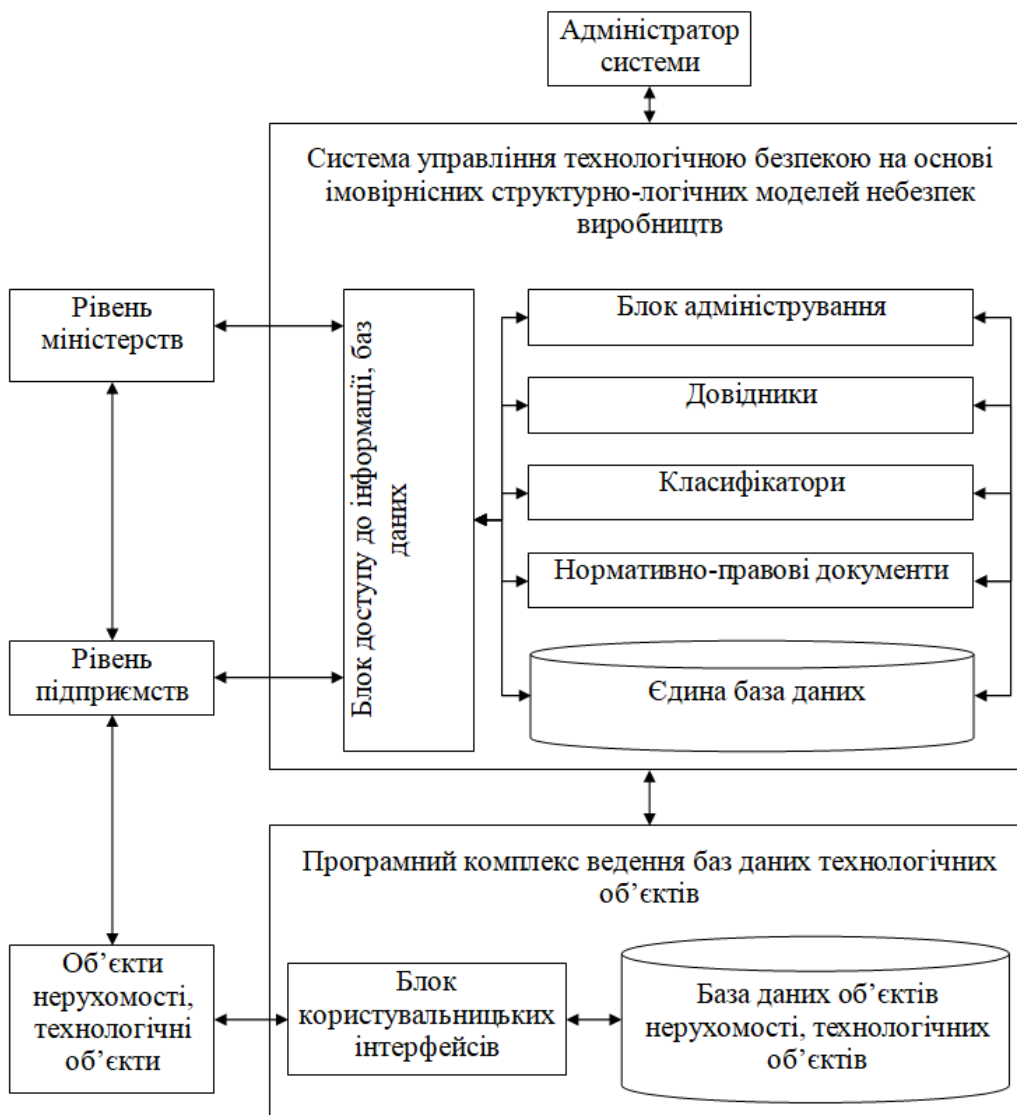


Рисунок 1 – Структурна схема системи

На рисунку 1 зображена структурна схема системи.

### **Аналіз чутливості**

Аналіз чутливості полягає у визначенні чутливості результатів ІАБ до вихідних допущень, моделей та даних. При проведенні аналізу як значимості, так і чутливості, особливо для первинних (базисних) подій, варто враховувати їхній взаємозв'язок. Неминуче події, що мають велику розрахункову значимість, будуть також демонструвати високу чутливість.

Розрахунки аналізу чутливості проводяться після завершення задачі аналізу значимості.

Аналіз чутливості проводиться стосовно параметрів факторів, що, по – перше, були визначені в процесі аналізу значимості як домінуючі і, по-друге, мали великий ступінь невизначеностей, тобто мали великий розкид.

Як уже відзначалося, ціль аналізу чутливості двояка і полягає в наступному:

- Визначити наскільки частота небажаної події чутлива до можливих залежностей між відмовами елементів (базисними подіями) і між помилками персоналу;
- Виявити ті допущення моделювання, що суттєво можуть впливати на результати.

Такі допущення мають місце, головним чином, в областях з нестачею інформації в які необхідно покладатися на експертні висновки. У цьому випадку аналіз чутливості можна виконати заміняючи допущення на альтернативні й оцінюючи їхній індивідуальний вплив на результати.

Аналіз чутливості проводиться шляхом варіації параметрів у межах діапазону від мінімальних до максимальних значень, що відповідають 10% і 90% квантилям їхніх розподілів. Як такі параметри можуть розглядатися наступні:

- інтенсивності (імовірності) незалежних відмов або подій;
- показники помилкових дій персоналу;
- тимчасові характеристики технічного обслуговування й ремонтів.

За результатами аналізу чутливості коректується аналіз значимості, якщо це буде визнано необхідним.

Аналіз чутливості може проводитися на основі систем або на основі аварійних послідовностей. Для практичного виконання перерахованих досліджень чутливості необхідно знати правила внесення змін у імовірнісні моделі в розрахунковому коді (IRRAS), з цієї причини подальший виклад матеріалу носить чисто практичний характер, описано в [7]. Приводимо загальний огляд дій виконання аналізу чутливості дерева відмов, які полягають в наступному:

- Якщо повинні бути зроблені зміни логіки дерева відмов (наприклад, при додаванні базисної події, при пересуванні базисної події або при заміні OR-gate на AND-gate) зміни проводяться використовуючи графічний і логічний редактор дерева відмов.
- Якщо зміни здійснюються в даних, зробити це можна одним із двох способів: зміни даних “постійно” в опції вводу даних головного меню або зміни даних “тимчасово” – використовуються опції змін набору.

### **Методи врахування людського чинника в моделі**

Людський чинник розуміємо як ризик, що пов'язаний з помилками людини-оператора об'єкту підвищеної небезпеки. Людина – оператор має спеціальну підготовку, на підприємстві діє система управління охороною праці (СУОП) яка передбачає комплекс заходів щодо підтримки кваліфікації робітників.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв; Досліджена система управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління технологічною безпекою на

основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництва. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництва. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
2. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
3. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
4. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.
5. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
6. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.
7. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95
8. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
9. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
10. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.
11. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
12. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
13. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
15. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139
16. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральньоукраїнський науковий вісник.

- Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.
17. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
  18. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К. Метод формування антивірусного захисту даних з використанням безпечної маршрутизації метаданих. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – Том 3 № 3. – Київ: КУ ім. Бориса Грінченка. – 2019. – С. 63-87.
  19. Смірнов О.А., Гнатюк С.О., Кавун С.В., Терейковський І.А., Жмурко Т.О., Смірнов С.А., Коваленко А.С. Основи безпеки в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2018. – 177 с.
  20. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Сійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
  21. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Алгоритми формування безлічі маршрутів передачі метаданих у антивірусні хмарні системи. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 5 (142). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 148-152.
  22. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дреєв О.М. Моделі системи нейромережових експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних системах. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 36-39.
  23. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Спосіб контролю ліній зв'язку телекомунікаційної системи антивірусу. Спосіб контролю ліній зв'язку телекомунікаційної системи антивірусу. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). – Харків: ХУПС. - 2016. - С. 121-127.
  24. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К. Метод безпечної маршрутизації метаданих у хмарні антивірусні системи. Системи озброєння та військова техніка. - Випуск 2 (46) - Х.: ХУПС - 2016. - С. 146-149.



УДК 004

О.Марченко, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ САМОКОНТРОЛЮ, АНАЛІЗУ ТА ЗВІТНОСТІ СТАНУ ЖОРСТКОГО ДИСКУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску. Об'єктом дослідження є процес на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску. Предметом дослідження є методи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску. Методи дослідження базуються на методах теорії обчислювальних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Жорсткий диск є одним із найважливіших компонентів вашого ПК, оскільки він зберігає всі дані, створені, надані та збережені у вашій системі. Без пам'яті на жорсткому диску більшість функцій вашого ПК стають тимчасовими, оскільки ви не можете зберегти результат будь-якого завдання.

Це також один із найзавантаженіших пристроїв на вашому комп'ютері. Через таке суворе використання його потрібно регулярно перевіряти та обслуговувати, щоб запобігти будь-якій несправності.

Переобтяжені регулярними завданнями, ви не завжди маєте достатньо часу, щоб часто перевіряти стан жорсткого диска. Насправді більшість із нас не знають, як регулярно перевіряти стан жорсткого диска. Щоб вирішити цю проблему, багато програм перевірки стану жорсткого диска доступні в Інтернеті, якими ви можете скористатися.

S.M.A.R.T (від англ. self-monitoring, analysis and reporting technology – технологія самоконтролю, аналізу й звітності) – технологія оцінки стану НЖМД убудованою апаратурою самодіагностики, а також механізм проорокування часу виходу його з ладу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску.
- Дослідження системи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску.
- Програмна реалізація системи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску.

*Об'єктом дослідження* є процес на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску.

*Предметом дослідження* є методи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії обчислювальних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасні жорсткі диски використовують показники SMART (технологія самоконтролю, аналізу та звітування) для прогнозування апаратних збоїв.

У більшості випадків користувачам домашнього комп'ютера не потрібно турбуватися про дані SMART, але якщо ваш жорсткий диск, здається, працює на низькій швидкості, дані пошкоджуються або ви помітили інші симптоми загрозованої несправності жорсткого диска, аналіз SMART може надати корисну інформацію.

### **S.M.A.R.T.**

Технологія SMART дозволяє здійснювати:

- моніторинг параметрів стану;
- сканування поверхні;
- сканування поверхні з автоматичною заміною сумнівних секторів на надійні.

Програми, що відображають стан SMART-атрибутів, працюють за наступним алгоритмом:

- Перевірка наявності підтримки технології SMART накопичувачем.
- Подається в накопичувач команду запиту SMART-таблиць.
- Одержання таблиці в буфер додатка.
- Розбираються табличні структури, витягаючи з них номери атрибутів і їхні числові значення.
- Зіставляються стандартизовані номери атрибутів їхнім назвам (іноді – залежно від типу, моделі або фірми-виготовлювача НЖМД).
- Виводяться числові значення в зручному для сприйняття виді (отут кожний програміст може робити по-своєму, наприклад, конвертувати HEX-Значення в десяткові).
- Витягають із таблиць прапори атрибутів (ознаки, що характеризують призначення атрибута в рамках конкретної firmware накопичувача, наприклад, «життєво важливий» або «лічильник»).
- На підставі всіх таблиць, значень і прапорів виводяться загальний стан пристрою.

Перш ніж розпочати, важлива примітка: якщо ви вважаєте, що ваш жорсткий диск несправний, створіть резервну копію важливих даних, перш ніж виконувати будь-які додаткові дії. Якщо симптоми серйозні (відсутні файли, звуки клацання або інші ознаки механічної несправності), ми настійно рекомендуємо співпрацювати з досвідченим постачальником послуг відновлення даних – запуск жорсткого диска навіть на кілька секунд може призвести до остаточної втрати даних.

Маючи це на увазі, ось як читати дані SMART і розуміти цифри.

### **Доступ до даних SMART у Windows**

Ви можете отримати базові дані SMART через командний рядок Windows, за допомогою утиліт справності диска, які постачаються разом із вашим жорстким диском, або за допомогою інструментів з відкритим кодом, таких як CrystalDiskInfo.

Хоча ви можете платити за комунальні послуги, які читають інформацію SMART, вам не потрібно це робити – безкоштовні утиліти нададуть вам достатньо інформації для більшості цілей.

Щоб отримати доступ до даних SMART через командний рядок:

1. Відкрийте меню Пуск.
2. Введіть cmd у вікні пошуку. Клацніть правою кнопкою миші командний рядок і виберіть Запуск від імені адміністратора.
3. Введіть wmic і натисніть Enter.

4. Введіть `diskdrive get status` і натисніть Enter.

Це призведе до простого результату: якщо диск несправний, підказка відобразить `Bad`, `Caution` або `Unknown`. Якщо диск справний, підказка відобразить `OK`.

Хоча це дає вам швидке уявлення про стан вашого жорсткого диска, воно не відобразить детальних показників – щоб побачити ці цифри, інсталюйте `CrystalDiskInfo` або подібну утиліту.

#### Доступ до даних SMART у Mac OS X

Ви можете переглянути дані SMART у Mac OS X через меню `System Report`. Знову ж таки, це базова інформація: ви зможете лише визначити, чи виходить з ладу пристрій чи ні.

Щоб переглянути інформацію:

1. Натисніть піктограму Apple на панелі меню.

2. У спадному меню виберіть «Про цей Mac».

3. Виберіть «Системний звіт».

4. Виберіть `SATA/SATA Express` у меню апаратного забезпечення в лівій частині екрана.

5. Знайдіть статус SMART.

На дисплеї з'явиться повідомлення `Перевірено`, якщо жорсткий диск працює належним чином. Якщо накопичувач виходить з ладу, на дисплеї з'явиться повідомлення `Failing` (Помилка).

Щоб переглянути докладніші дані SMART, вам потрібно буде встановити безкоштовний інструмент з відкритим кодом `smartmontools`, доступний тут. Після встановлення утиліти відкрийте термінал Mac OS і виконайте такі дії:

1. Введіть список `diskutil`.

2. Зверніть увагу на індекс жорсткого диска (ів).

3. Введіть `smartctl -a /dev/disk0`, замінивши `disk0`, якщо необхідно, правильним ідентифікатором з індексу диска.

Це відобразить додаткові атрибути SMART.

#### Читання детальних атрибутів SMART

Якщо ви просто хочете визначити, чи не виходить з ладу ваш жорсткий диск, ви маєте отримати відповідь до цього моменту, але якщо ви ботанік (як ми), вам може знадобитися додаткова інформація.

Покопавшись у атрибутах SMART, ви можете отримати більше інформації. Однак важливо зазначити, що різні виробники жорстких дисків мають різні методи вираження атрибутів SMART; уникайте робити широкі висновки щодо даних.

Атрибути SMART виражаються за допомогою ідентифікаційних номерів і шістнадцяткових кодів із встановленими пороговими значеннями, які вказують, чи кожна метрика знаходиться в межах «здорового» діапазону.

#### Чи варто створювати резервні копії жорсткого диска з попередженням SMART?

В ідеалі у вас буде комплексна стратегія резервного копіювання, і коли ви отримаєте попередження SMART, вам просто потрібно буде замінити жорсткий диск на інший пристрій зберігання даних.

У реальному світі втрата даних може статися в невідповідний момент. Якщо у вас немає резервної копії важливих файлів, можливо, ви зможете зробити резервну копію зі свого несправного диска, але будьте обережні.

– Якщо жорсткий диск виходить з ладу, його робота протягом будь-якого часу може погіршити проблему.

– Якщо на жорсткому диску вже виникають помилки пошуку, можливо, ви не зможете отримати непошкоджену копію важливих файлів.

– Не рекомендується намагатися виправити жорсткий диск із помилками SMART. Запуск `chkdsk` (`checkdisk`) або подібних утиліт може призвести до того, що жорсткий диск позначатиме читабельні сектори як «погані» або може призвести до збою, якщо вузол приводу диска вже вийшов з ладу.

Найбезпечнішим способом дії є передача вашого жорсткого диска кваліфікованому постачальнику послуг відновлення даних. Хоча відновлення даних може бути дорогим, воно, як правило, цілком доступне, коли диск перебуває на ранній стадії збою – технічні спеціалісти можуть безпечно клонувати диск у контрольованому середовищі, відстежуючи ознаки збою.

### **Живлення**

Однією із причин помилок у роботі є живлення. До цього привів неухильний ріст технічних характеристик, насамперед щільності запису й часу доступу. Швидке позиціонування головок вимагає точно керованого струму в котушці, що відхиляє, і будь-які перепади напруги заважають процесу.

Диски 3.5 живляться від ліній 5 В (процесор і інші сигнальні ланцюги) і 12 В (шпіндельний двигун і привод головок), причому основні проблеми доставляє контур 12 В. Справа в тому, що ця лінія випробовує різкий сплеск навантаження при включенні диска, коли відбувається розкручування шпінделя й распарковка блоку магнітних головок. Стартовий струм на 4-15 секунд досягає 1.2-2.5 А, при сталому споживанні всього 0.4-0.9 А. Особливо ненажерливі в цьому плані диски Seagate Barracuda: так, у сімействі 7200.11 пікове споживання може досягати 3.0 А.

У типових БЖ лінія 12 В не має своєї незалежної системи стабілізації, і при росту навантаження напруга може «законно» знижуватися на 0.5-0.6 В (стандартом АТХ допускаються відхилення  $\pm 5\%$  від номіналу, що в цьому випадку становить діапазон 11.4-12.6 В). Додамо до цього спадання напруги в сполучних проводах і розніманнях, і одержимо на контактах ЖД до 11.3 В, при якому багато дисків уже не можуть нормально працювати. Останні моделі Seagate, наприклад, вимагають не менш 11.5 В.

Схеми, що стежать, щоб уникнути падіння головок на пластини, аварійно паркують БМГ і зупиняють шпіндель. Споживання по 12 В знижується, стабілізація в блоці живлення відновлюється, і при номінальних напругах диск виходить на новий цикл старту.

Зовні все це виглядає, як клацання усередині системного блоку з періодичністю 6-10 сек. Диск, природно, не зорієнтується: для цього він повинен вийти на номінальні оберти, провести рекалібровку й взяти паспорт зі службової зони. У підсумку весь комп'ютер непрацездатний.

### **Охолодження**

Проблема нагрівання, і відповідно, відводу тепла – одна із самих гострих для сучасних НЖМД. Високооборотний шпіндель, швидкодіючий привод головок, і, нарешті, щільний потік даних при операціях читання й запису (до 100 Мбайт/с) вимагають значних витрат енергії. Типові накопичувачі середнього класу (нагадаємо, це форм-фактор 3.5", швидкість обертання 7200 об/хв і інтерфейс PATA/SATA) споживають 4-9 Вт у режимі простою, і 8-18 Вт при активній роботі – пересиланню даних і пошуку. Стартова потужність при розкручуванні шпінделя значно вище (16-35 Вт), але такий режим короткочасний, до 10-15 сік, і на загальне нагрівання диска практично не впливає.

Вся ця потужність (з точністю до 1%) в остаточному підсумку виділяється у вигляді тепла, чим і пояснюється значне нагрівання НЖМД. Але ж він дуже шкідливий для механіки, і особливо для читаючих головок – ключового елемента всієї конструкції. Багатошарові тонкошарові магнітні резистори реагують як на магнітне поле, так і на температуру.

При тривалому перегріві головки деградують, їхня віддача (ступінь зміни опору залежно від намагніченості) зменшується, і зрештою мікропрограма при всіх математичних хитруваннях не може розпізнати, що саме записано на пластині – 0 або 1. Це стосується не тільки й не стільки користувальницьких даних: критично важливі для роботи сервомітки й модулі службової зони точно так само зчитуються усе гірше. Диск починає стукати, зорієнтується й у підсумку повністю виходить із ладу.

Тому виробники відміряють нинішнім НЖМД порівняно вузький діапазон робочих температур: нагрівання корпусу, обмірюваний у центрі кришки, не повинен перевищувати 60°, при температурі навколишнього середовища +5...55°, рідше 0...60°.

Нагрівання по SMART вище 45° у край небажаний: він ускладнює функціонування механіки ЖД (потрібні зайві рекалібровки), підвищує ймовірність помилок у даних, а головне – різко підсилює зношування головок читання. За деяким даними, кожні додаткові 5° прискорюють їхню деградацію вдвічі. Так що навіть нетривалий, але сильний перегрів (викликаний, наприклад, піковими навантаженнями, несправним вентилятором або просто жаркою погодою) ризикує відчутне скоротити життя диска, не говорячи про страшний – аварії.

Найгірший результат – заклинений шпіндель. Гідродинамічні підшипники сучасних накопичувачів, при всіх своїх перевагах (менший шум і нагрівання, здатність гасити вібрації) виявилися схильні до заклинювання в умовах підвищених температур. Видимо, погрішності у виготовленні перекреслюють теоретичні достоїнства конструкції. У деяких гарячих сімействах «клин» став нещастям.

Основним методом охолодження сучасних НЖМД залишається примусовий обдув за допомогою вентилятора. Інші варіанти тепловідвода – пасивні радіатори, теплові трубки, рідинні системи – не одержали поширення, хоча ряд фірм (зокрема, Zalman і Scythe) у різний час пропонував подібні рішення. Вони були безшумні, довговічні, але відрізнялися громіздкістю й високою ціною, що визначило вузьку нішу на ринку (складання особливо тихих комп'ютерів)

Підбор кулера для дисків має свою специфіку. Насамперед, загальне тепловиділення НЖМД і особливо його щільність порівняно малі, тому досить легенькі вітерцю, щоб зняти перегрів. Також, що оптимальна температура диска під навантаженням становить 35-40° (приблизно на 10° вище навколишнього середовища) і що всі його поверхні варто проохолоджувати рівномірно.

У подібних умовах кращим вибором стане тихохідний великогабаритний вентилятор, що дме в торець кошика із НЖМД, але не дотичний їй щоб уникнути вібрацій. Саме так улаштований обдув кошика в сучасних якісних корпусах.

Вентилятор кріпиться до вирізу передньої панелі, а декоративна кришка постачена повітрязаборниками. Витяжка через задню панель, що часто зустрічається в корпусах середнього класу, також досить ефективна (звичайно, при належній герметизації інших місць).

Практика показала, що 120-мм вентилятор здатний проохолоджувати до п'яти НЖМД, так що потреби звичайних користувачів покриваються повністю. Для одного-двох дисків обдув навіть надлишковий, так що з метою зниження шуму можна зменшити швидкість обертання до 600-1000 про./хв.

### **Несправності апаратної частини**

#### **Ушкодження серворозмітки**

У результаті ушкодження серворозмітки може стати не читаємою деяка область диску, причому спроби читання можуть супроводжуватися тривалими затримками й сильним стукотом головок. Як правило диском ще можна користуватися, працюючи в його справній частині, і навіть можна досягти повної функціональності, відкоригувавши списки збійних треків у службовій області диска, однак область ушкодженої серворозмітки виявляється безповоротно загубленою, неї відновити можна тільки за допомогою серворайтера.

Серворайтер – прилад для нанесення сервометок на млинці харда. Застосовується тільки на заводі, жодна ремонтна майстерня не може собі дозволити мати його – це дуже дорогий прилад (~100 тис \$). Принцип дії серворайтера заснований на русі головок зовнішнім механічним пристроєм через технологічні вікна в гермоблоці. Для контролю за переміщенням використовується лазерний приціл і явище інтерференції світлових хвиль. Після закінчення серворозмітки технологічні вікна заклеюються плівкою й на гвинт встановлюється плата електроніки.



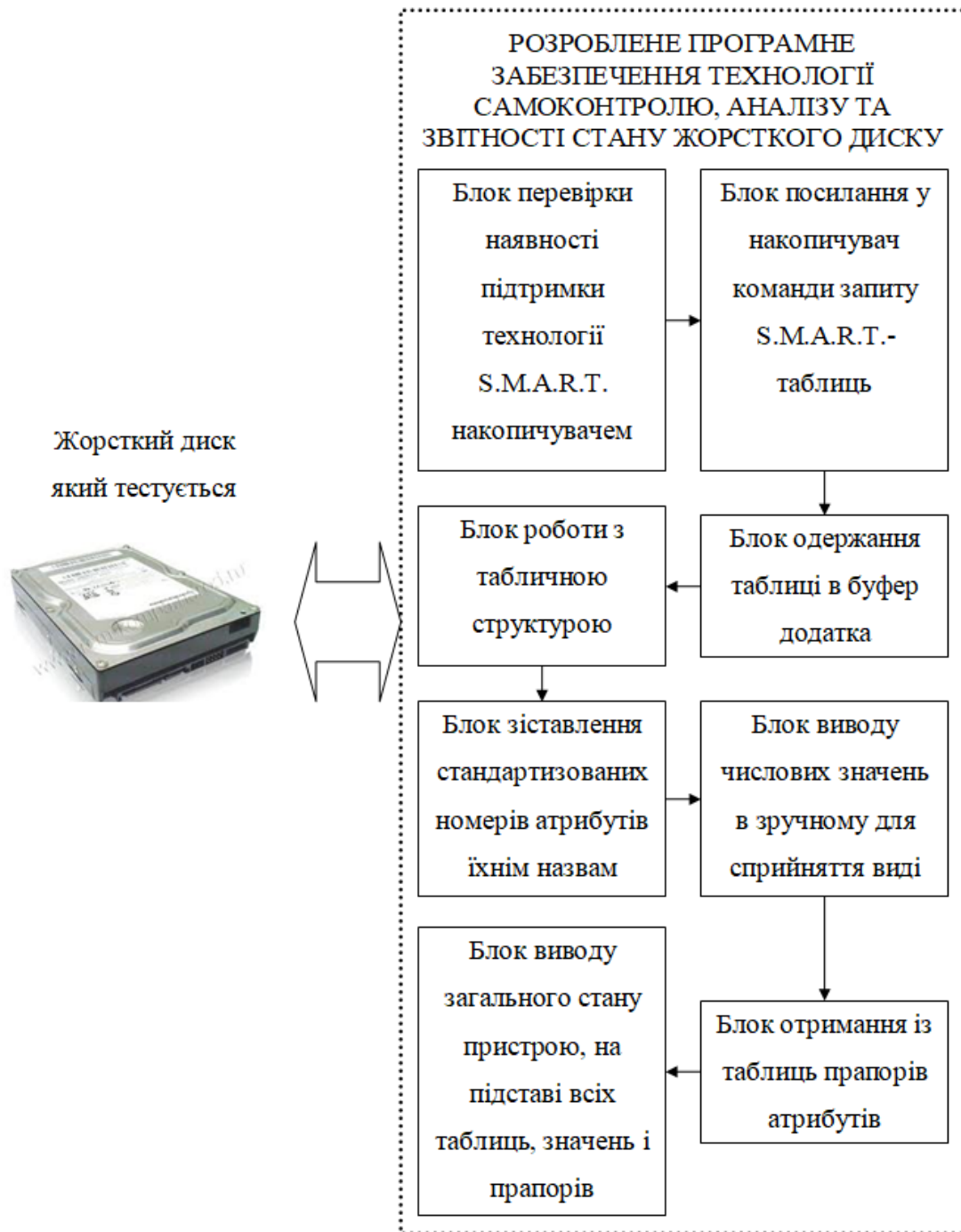


Рисунок 1 – Структурна схема системи

### Bad-блоки

Bad-блоки (биті сектори) – найпоширеніша проблема у всіх накопичувачів. Bad-блоки – це сектора жорсткого диска, які є збійними або що не читаються, ці сектори є механічно ушкодженими або магнітними здатностями, що втратили свої. Відбувається це, як правило через удари, струсів, падіння головки, або просто згодом від зношування.

Проявляються дані несправності в повільній роботі жорсткого диска, помилках при записі або читанні даних з HDD, і як наслідок незначна втрата даних. Можливі так само більше серйозні наслідки, такі як втрата логічних розділів, або неможливість запустити ОС.

Відновлення ушкоджених секторів у цьому випадку можливо тільки при низькорівневому форматуванні, наприклад програмою MHDD, але це можливо тільки при втраті своїх властивостей магнітною поверхнею згодом, але ніяк не при механічних

ушкодженнях. Але й низькорівневе форматування може не дати ніякого результату, або дати його ненадовго.

Якщо низькорівневе форматування не допомогло, і биті сектори залишилися, то єдиним способом ремонту залишається – “викинути” ці сектори зі службової зони, для того щоб жорсткий диск не робив на них запис і читання. Але для цієї операції необхідний програмно апаратний комплекс PC3000, що виконає цю операцію на низькому рівні. Обсяг жорсткого диска при цьому не зміниться, “викинуті” сектори будуть замінені резервними.

### Розробка структурної схеми

Стан працездатності оцінюється по декількох параметрах роботи накопичувача, які називаються атрибутами надійності – attributes. Кожний атрибут має свій номер – ID (ідентифікатор). Атрибутам надійності відповідають параметри роботи накопичувача, які можуть характеризувати його природне зношування й передаварійний стан.

На рисунку 1 зображена структурна схема розробленої системи моніторингу стану жорсткого диску з використанням технології SMART.

Структурна схема складається з наступних блоків:

- Блок перевірки наявності підтримки технології S.M.A.R.T. накопичувачем.
- Блок посилення у накопичувач команди запиту S.M.A.R.T.-таблиць.
- Блок одержання таблиці в буфер додатка.
- Блок роботи з табличною структурою, що витягає з них номери атрибутів і їхні числові значення.
- Блок зіставлення стандартизованих номерів атрибутів їхнім назвам (іноді – залежно від типу, моделі або фірми-виробника HDD).
- Блок виводу числових значень в зручному для сприйняття вигляді.
- Блок отримання із таблиць прапорів атрибутів (ознаки, що характеризують призначення атрибута в рамках конкретної firmware накопичувача, наприклад, «життєво важливий» або «лічильник»).
- Блок виводу загального стану пристрою, на підставі всіх таблиць, значень і прапорів.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску; Досліджена система на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
2. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
3. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
4. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020,

- Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
  6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
  7. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
  8. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
  9. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  12. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  13. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
  14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
  15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  16. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
  17. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
  18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
  19. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп'ютерні технології”, м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.

УДК 004

**В.Мікіньов, магістр гр. КН-22М-2***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СТИСНЕННЯ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ БЕЗ ВТРАТИ ЯКОСТІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи стиснення растрових зображень без втрати якості. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи стиснення растрових зображень без втрати якості. Об'єктом дослідження є процес стиснення растрових зображень без втрати якості. Предметом дослідження є методи стиснення растрових зображень без втрати якості. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи стиснення растрових зображень без втрати якості. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Зображення важливі для веб-сайтів, документів і особистих колекцій. Однак нестиснуті файли можуть мати великі розміри, спричиняючи повільне завантаження, проблеми зі зберіганням і труднощі з обміном ними в Інтернеті. Тут на допомогу приходить стиснення зображення. Стиснення зображення зменшує його розмір, не впливаючи на якість зображення. Використовуючи різні методи, він відкидає зайві дані у файлі зображення. Це призводить до меншого розміру, який займає менше місця для зберігання, швидше завантажується на веб-сторінках і легше ділитися електронною поштою або в соціальних мережах. У цій публікації ми розглянемо різні інструменти та методи, доступні для стиснення зображень. Таким чином ви можете оптимізувати своє цифрове зображення без шкоди для необхідної якості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи стиснення растрових зображень без втрати якості.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи стиснення растрових зображень без втрати якості.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем стиснення растрових зображень без втрати якості.
- Дослідження системи стиснення растрових зображень без втрати якості.
- Програмна реалізація системи стиснення растрових зображень без втрати якості.

*Об'єктом дослідження* є процес стиснення растрових зображень без втрати якості.

*Предметом дослідження* є методи стиснення растрових зображень без втрати якості.

*Методи дослідження* базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Працюючи над веб-сайтом, який містить високоякісні зображення, важливо враховувати його розмір. Завантаження цих великих зображень на ваш сайт займає багато часу для завантаження сторінок. Ось у чому річ. Повільне завантаження через великі зображення може призвести до того, що відвідувачі покинуть сайт, навіть не побачивши ваш вміст. Це призводить до вищого показника відмов, що є показником, який відстежує, скільки відвідувачів залишає сайт після перегляду лише однієї сторінки. Щоб

уникнути цього, найкраще зменшити розмір зображення та використовувати JPEG як формат.

Не кажучи вже про те, що зменшення розміру вашого зображення має вирішальне значення з кількох причин. По-перше, менші розміри файлів призводять до швидшого часу завантаження. Це мінімізує час очікування та продовжує зацікавленість відвідувачів вашим сайтом. Крім того, зображення зі зменшеним розміром економлять місце для зберігання. Це важливо, оскільки цифрові файли накопичуються та займають значний простір для зберігання. Крім того, файлами меншого розміру набагато легше ділитися електронною поштою або через соціальні мережі. Часто ці платформи мають обмеження щодо розміру файлів для завантаження або вкладень.

### **Фрактальний стиск**

Ідея фрактального стиску ґрунтується саме на властивості самоподоби. Але існують дві проблеми:

- по-перше, ніщо не гарантує наявності властивості самоподоби в довільного зображення;
- по-друге, якщо навіть об'єкт  $i$  є фрактальним, як виділити ту область (або області), на основі яких будується зображення.

Отже, необхідний якийсь теоретичний базис, що дозволяє вирішувати ці проблеми. Такий базис існує й наведений нижче.

### **Чорно-білі зображення**

#### **Метричні простори**

Метрикою  $d$  у просторі  $X$  називається функція двох аргументів  $d(x,y)$  така, що:

$$1) d(x,y) = d(y,x)$$

$$2) d(x,x) = 0$$

$$3) d(x,y) \leq d(x,z) + d(y,z)$$

$$4) 0 < d(x,y) < +\infty$$

Тоді  $(X,d)$  – метричний простір. Послідовність точок:

$$\{x_n\} \subset X$$

називається збіжною до точки  $x$ , якщо:

$$\forall \varepsilon > 0 \exists N > 0 : \forall n \geq N \Rightarrow d(x_n, x) < \varepsilon$$

Метричний простір, де кожна послідовність Коші сходиться до точки цього простору, називається повним метричним простором.

Точка  $x$  називається граничною точкою множини  $X$ , якщо існує послідовність точок з  $X$ , що сходиться до точки  $x$ .

Множина у метричному просторі називається замкнутою, якщо вона містить всі свої граничні точки. Множина  $B$  з  $(X, d)$  називається обмеженою, якщо існує точка  $x_0$  з  $X$  і кінцеве значення  $R > 0$ , такі, що для будь-якого  $x$  з  $B$  виконується умова  $d(x,x_0) \leq R$ .

#### **Компактні множини й простір Хаусдорфа**

Множина  $C$  у метричному просторі  $(X, d)$  називається компактним, якщо кожна нескінченна послідовність із  $C$  має збіжну в  $C$  підпослідовність.

Визначимо простір Хаусдорфа.

Нехай  $(X, d)$  – повний метричний простір. Визначимо  $H(X)$  як простір, що складається з компактних підмножин множини  $X$ . Тобто, кожна точка в  $H(X)$  – це компактна підмножина з  $X$ .

Розглянемо довільну точку  $x$  з  $X$  і довільне  $B$  з  $H(X)$ . Покладемо по визначенню:

$$d(x, B) = \min\{d(x, y) : y \in B\}.$$

У силу компактності множини  $B$  мінімум існує й обмежений. Розглянемо тепер довільні  $A, B \in H(X)$  і визначимо відстань між ними як:

$$d(A, B) = \max\{d(x, B) : x \in A\}.$$



Компактність  $A$  забезпечує існування й кінцівка максимуму, але  $d(A, B)$  не задає метрику, тому що, у загальному випадку  $d(A, B) \in d(B, A)$ .

Визначимо нову міру відстані  $h(A, B)$ :

$$h(A, B) = \max\{d(A, B), d(B, A)\}.$$

Тепер ми одержали метрику в просторі  $H(X)$ . Метрика  $h$  називається метрикою Хаусдорфа, а метричний простір  $(H(X), h)$  – метричним простором Хаусдорфа.

### Стискаючі відображення

Перетворення  $f: X \in X$  у метричному просторі  $(X, d)$  називається стискаючим відображенням, якщо існує константа  $s$ ,  $0 \in s < 1$  така, що:

$$d(f(x_1), f(x_2)) \in s \cdot d(x_1, x_2) \text{ для всіх } x_1, x_2 \in X.$$

Константа  $s$  називається коефіцієнтом стиску відображення  $f$ . Точка  $x_0$  називається нерухливою точкою (аттрактором) стискаючого відображення  $f$ , якщо  $f(x_0) = x_0$ .

### Теорема про стискаючі відображення

Нехай  $f: X \in X$  стискаюче відображення на повному метричному просторі  $(X, d)$ . Тоді  $f$  має одну й тільки одну нерухливу точку  $x_0 \in X$ , і для будь-якого:

$$x_0 \in X f_n(x) \in x_0.$$

### Системи ітеруємих функцій

Нехай  $\{w_1, \dots, w_N\}$  – кінцевий набір стискаючих відображень в  $(X, d)$  з коефіцієнтами стиску  $s_1, \dots, s_N$ ... Визначимо відображення  $W$ , на компактні множини точок з  $X$  у такий спосіб:

$$W(B) = w_1(B), \dots, w_N(B) \text{ для кожного } B \in H(X).$$

У такий спосіб одержали стискаюче відображення  $W: H(X) \in H(X)$  з коефіцієнтом стиску:

$$s = \max\{s_1, \dots, s_N\} \dots$$

**Система ітеруємих функцій (IFS)** складається з повного метричного простору  $(X, d)$  і кінцевої множини стискаючих відображень  $w_n: X \in X$  з коефіцієнтами стиску  $s_n$ . Коефіцієнт стиску IFS визначається як:

$$s = \max\{s_1, \dots, s_N\} \dots$$

IFS будемо позначати як  $\{X, w_n: n = 1, 2, \dots, N\}$ ...

**Теорема колажу.** Нехай  $L$  – точка простору  $H(X)$ . Задано деяке  $e > 0$ . Виберемо IFS  $\{X, w_n: n = 1, 2, \dots, N\}$  з коефіцієнтом стиску  $s$ ,  $0 < s < 1$ , так щоб  $h(L, W(L)) \leq e$ , Тоді  $h(L, A) \leq h(L, W(L)) / (1-s) \leq e / (1-s)$ , де  $A$  – аттрактор даної IFS.

### Афінні перетворення

Афінні перетворення – перетворення виду:

$$W \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ax + by + e \\ cx + dy + f \end{pmatrix}$$

Афінні перетворення здійснюють стиск/розтягання, перенос і поворот об'єкта.

### Кодування зображень

Для одержання коефіцієнтів потрібного афінного перетворення (у найпростіших випадках) досить вирішити 2 системи їх 3-х рівнянь із 3-ма невідомими. Як приклад розглянемо побудову Трикутника Серпинського. Це зображення описується 3-ма перетвореннями:

- 1-е переводить точки  $\{1, 2, 3\}$  у точки  $\{1, 4, 6\}$ ;
- 2-е:  $\{1, 2, 3\}$  – в  $\{4, 2, 5\}$ ;
- 3-е:  $\{1, 2, 3\}$  – в  $\{6, 5, 3\}$ .

Унизу праворуч показане зображення трикутника Серпинського, отримане за допомогою імовірнісного алгоритму й перетворень знайдених зазначеним вище способом.

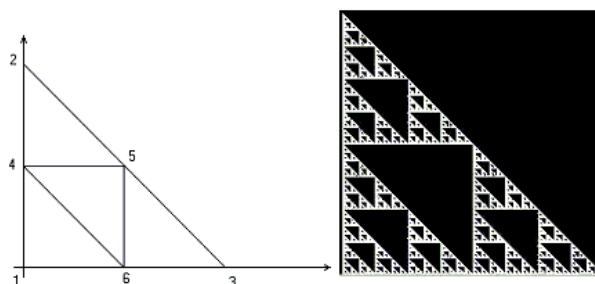


Рисунок 1 – Трикутник Серпинського

### Декодування зображень

#### Детерміністичний алгоритм

Детерміністичний алгоритм для побудови зображення, що є аттрактором IFS, прямо застосовує теорему про стискаюче відображення до будь-якого початкового зображення  $B$  з  $H(X)$ . Алгоритм будує послідовність зображень  $A_n$ , багаторазово застосовуючи IFS відображення  $W = \{w_1, \dots, w_N\}$ ... Якщо ми покладемо  $A_0 = B$ , то процес може бути записаний у вигляді  $A_n = W(A_{n-1})$ . По теоремі про стискаюче відображення,  $A_n$  сходиться до аттрактору даного IFS. Нижче наведений приклад роботи детерміністичного алгоритму – перші кілька ітерацій і кінцеве зображення, близьке до аттрактору.

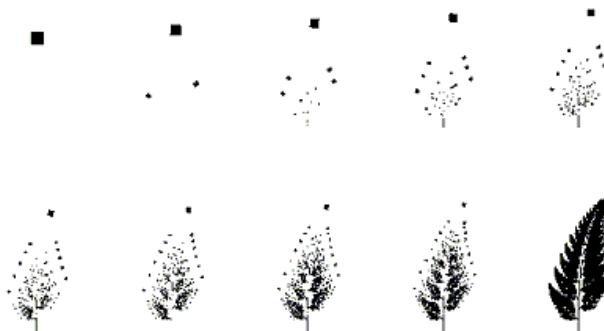


Рисунок 2 – Приклад роботи детерміністичного алгоритму

#### Імовірнісний алгоритм

У той час як детерміністичний алгоритм є прямим застосуванням теореми про стискаючі відображення, що дозволяє спостерігати, як він діє на практиці, цей алгоритм виявляється занадто повільним і звичайно не використовується на практиці для побудови зображень – аттракторів.

Більше кращим є використання імовірнісного алгоритму: Імовірнісний алгоритм зв'язує з кожним перетворенням  $w_i$  з IFS імовірність  $p_i$ . Ці ймовірності визначають, наскільки щільно кожна частина зображення – аттрактора покрита точками. Імовірності перетворень можна обчислювати як відношення модуля визначника основної матриці перетворення до суми модулів визначників основних матриць всіх перетворень із IFS:

$$w_i(\mathbf{x}) = w_i \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_i & b_i \\ c_i & d_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_i \\ f_i \end{bmatrix} = T_i \mathbf{x} + \mathbf{t}_i,$$

$$p_i = \frac{|\det T_i|}{\sum_{j=1}^N |\det T_j|}$$

Алгоритм побудови зображення:

```

For n = 1 to number_of_number_of__in_image do
  (x,y) = random(B)
  For I=1 to number_of_iterations do
    p = random(0,1)
    (x,y) = Wk(x,y) //де ймовірність p відповідає перетворенню Wk
  end
end

```

Нижче наведений приклад роботи імовірнісного алгоритму.



Рисунок 3 – Приклад роботи імовірнісного алгоритму

Можна помітити, що для імовірнісного алгоритму існують особливі точки – чорні зображення. Якщо робота імовірнісного алгоритму починається з них, то аттрактор не буде отриманий ніколи. Звідси випливає наступне твердження: якщо в початковому зображенні присутня хоча б одна чорна точка, то існує відмінна від нуля ймовірність того, що в результаті роботи імовірнісного алгоритму вийде чисто чорне зображення, причому ця ймовірність тим більше, чим більше кількість чорних точок у зображенні.

Дійсно, нехай зображення має розміри  $n \times m$ . Тоді загальне число точок у ньому  $N = n \times m$ . Нехай число чорних точок дорівнює  $b$ , нехай число точок, використовуваних для побудови зображення дорівнює  $M$ . Ймовірність того, що випадково обрана точка виявиться чорної, дорівнює  $b/N$ .

Ймовірність того, що всі обрані точки виявляться чорними, дорівнює:

$$\left(\frac{b}{N}\right)^M$$

Таким чином, для того, щоб алгоритм спрацював коректно з ймовірністю більшою, ніж  $1-e$ , де  $e \in (0, 1)$ , потрібне виконання нерівності:

$$\log_{b/N} e \in M.$$

Розглянемо приклад. Нехай  $e = 0,01$ . Тоді для коректної роботи імовірнісного алгоритму при початковому зображенні розміру  $300 \times 300$  з єдиною білою точкою потрібно  $M > \log_{89999/90000} 0,01 > 414463$ .

Цікаво, що, хоча імовірнісний алгоритм широко використовується в різних наукових працях, ніхто з авторів жодного разу не звернув уваги на даний факт.

**Зображення в градаціях сірого****Метричний простір**

Зображення в градаціях сірого можна розглядати як речовинні функції  $f(x,y)$ , визначені на одиничному квадраті:

$$I^2 = I \times I.$$

На цих функціях можна ввести метрику в такий спосіб:

$$d_2(f, g) = \left( \iint_{I^2} |f(x, y) - g(x, y)|^2 dx dy \right)^{1/2}$$

Нехай  $F$  – простір речовинні функції, інтегровальних із квадратом на  $I^2$  з уведеною метрикою. Тоді  $(F, d)$  – повний метричний простір і в ньому виконується теорема про стискаючі відображення.

Оскільки працювати ми будемо із цифровими зображеннями, які по суті є матрицями фіксованих значень функції  $f(x,y)$ , узятих у фіксованих точках  $(x_i, y_j)$ , у цьому випадку можна користуватися середньоквадратичною метрикою (rms):

$$d_{rms}(f, g) = \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |f(x_i, y_j) - g(x_i, y_j)|^2 \right)^{1/2}.$$

**PIFS і афінні перетворення зображень у градаціях сірого**

У цьому розділі використовуються IFS спеціального виду – системи ітеруємих кусочно-визначених функцій (PIFS). PIFS складається з повного метричного простору  $X$ , набору підобластей  $D_i$  з  $X$  і набору стискаючих відображень  $w_i : D_i \in X, i=1, 2, \dots, n...$

**Афінні перетворення**

Нехай  $w_{0i}$  – афінне перетворення, що переводить у себе одиничний квадрат  $I^2$ .  $w_{0i}(x,y) = A_i(x,y)T + b_i$ , де  $A_i$  – деяка матриця розміру  $2 \times 2$ ,  $b_i$  – вектор розміру  $2 \times 1$ . Нехай  $D_i$  – деяка підобласть  $I^2$ , і нехай  $R_i$  – область значень перетворення  $w_{0i} : w_{0i}(D_i) = R_i$ . Визначимо відображення  $w_i : F \in F$ , що діє на зображення  $f(x,y)$ :

$$w_i(f(x, y)) = s_i f(w_{0i}^{-1}(x, y)) + o_i.$$

(якщо  $w_{0i}$  – оборотно й  $(x,y)$  з  $R_i$ ).

Константа  $s_i$  управляє контрастністю,  $o_i$  управляє яскравістю.  $w_i$  – це базове афінне перетворення зображень у градаціях сірого.

**Стискаючі відображення**

Для того, щоб відображення  $w_i$  було стискаючої зажадаємо виконання умови:

$$d_2(w_i(f), w_i(g)) \leq s \cdot d_2(f, g).$$

**Теорема про стискаюче відображення**

Нехай  $\{R_i\}$  утворять покриття множини  $I^2$ , і при цьому попарно не перетинаються.

Нехай  $v_i$  – PIFS виду:  $v_i : D_i \in R_i$  для деякої множини доменних областей  $D_i$ . Для кожного  $v_i$  визначимо відповідний стиск  $w_i$  на просторі зображень  $F$  зазначеним вище способом. Нехай  $W(f(x,y)) = w_i(f(x,y))$  для  $(x,y)$  з  $R_i$ . Тоді  $W$  є стиском на  $F$ , має єдину нерухливу точку  $f$  і  $W_n(f) \in f$  при  $n \in I^2$  для будь-яких зображень  $f$ .

**Теорема колажу**

Нехай задане зображення в градаціях сірого  $f$ . Нехай  $W$  – стискаюче відображення таке, що  $d_2(f, W(f)) \leq s$ . Тоді  $d_2(f, f) \leq s/(1-s)$ , де  $s$  – коефіцієнт стиску відображення  $W$ ,  $f_w$  – аттрактор PIFS.

**Фрактальне кодування**

При фрактальному кодуванні зображень ми намагаємося знайти множини стискаючих відображень, які відображають доменні блоки в множини рангових блоків.

Базовий алгоритм кодування виглядає в такий спосіб:

1. Розбиваємо вихідне зображення на непересічні рангові блоки.

2. Покриваємо зображення послідовністю доменних блоків, що можливо перетинаються (домени можуть бути різних розмірів і звичайно їхня кількість обчислюється тисячами).

3. Для кожного рангового блоку знаходимо домен і відповідне перетворення, що щонайкраще покриває ранговий блок

4. Якщо досить точної відповідності не одержуємо, то розбиваємо рангові блоки на менші. Продовжуємо цей процес доти, поки не доможемося прийнятної відповідності, або розмір рангових блоків не досягне деякого заздалегідь певної межі.

### Декодування зображень

Зображення декодується шляхом ітеративного застосування перетворення  $W$  до довільного початкового зображення  $g$ , де  $W(g(x,y)) = w_i(g(x,y))$ , для  $(x,y)$  з  $R_i$ . Якщо перетворення були обрані коректні, то ітерація  $W_n(g)$  буде близька до вихідного значення  $f$  при деякому прийнятному значенні  $n$ . Важливо, що відповідно до теореми про стискаюче відображення процес буде сходиться незалежно від вибору початкового зображення.

### Розробка структурної схеми

Структурна схема системи наведена на рисунку 4. З нього видно, що система складається з наступних структурних блоків:

- Вхідне зображення.
- Блок параметрів стиснення.
- Блок стиснення за допомогою фракталів.
- Кодер.
- Блок запису у файл стисненого зображення.
- Блок зберігання стисненого зображення.
- Блок читання з файлу.
- Декодер.
- Блок декомпресії за допомогою фракталів.
- Вихідне зображення.



Рисунок 4 – Структурна схема системи

Перед тим, як перейти до докладного опису алгоритмів фрактального кодування, коротко перелічимо особливості фрактального кодування:

– У технології фрактального кодування закладений великий потенціал, але вона не стандартизована.



- Відноситься до методу стиску із втратами (дані не відновлюються у вихідному виді).
- При стиску використовуються системи ітеруємих функцій.
- Компресія даних повільна, декодування – швидке.
- Ми можемо вибрати великий діапазон значень дозволу зображень, досягаючи теоретично високих показників стиску.
- Технологія запатентована.

На сьогодні відомо кілька основних алгоритмів фрактального кодування – базовий алгоритм, алгоритм кодування FE (з виділенням характеристичних особливостей і ряд інших алгоритмів).

Зображення (у градаціях сірого) інтерпретуються як речовинні функції  $f(x,y)$ , певні на одиничному квадраті  $I^2 = I \times I$ . Тобто, можна записати, що

$$f : I^2 \rightarrow \{1, 2, \dots, N\}$$

тут  $N$  – число відтінків сірого. Взагалі, робота із зображеннями представляється особливо трудомісткою, коли говоримо про кольорові зображення, оскільки в них точка представляється у вигляді сукупності трьох основних квітів (червоних, зелених і синього) або їхніх похідних. У зображеннях у градаціях сірого кожна точка характеризується відтінком сірого, яскравістю (діапазон від 0 до 255). Тому спочатку розглядають роботу з напівтоновими зображеннями, а потім переходять до кольорових зображень.

Можна ввести метрику на цих функціях (тому що ми працюємо з метричними просторами) у такий спосіб:

$$d_2(f, g) = \left( \int_{I^2} |f(x, y) - g(x, y)|^2 dx dy \right)^{1/2}$$

Якщо функції безперервні, але оскільки ми будемо працювати з повним метричним простором  $F$ , певним на одиничному квадраті, а зображення є цифровими, то інтеграл убирається, співвідношення (9) записується в наступному вигляді:

$$d_{rms} = \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |f(x_i, y_j) - g(x_i, y_j)|^2 \right]^{1/2}$$

Цифрові зображення являють собою матрицю фіксованих значень функції  $f(x,y)$ , узятих у фіксованих точках  $f(x_i, y_j)$ . Наведене співвідношення називається середньоквадратичним відхиленням (root mean square). Цей показник (крім стиску зображень) може використовуватися як міра мінливості значень ознак, ступеня відхилення бажаних показників від спостережуваних. Він буде використовуватися в тому числі й для оцінки ефективності кодування зображень.

У фрактальному кодуванні використовується система ітеруємих функцій, більше загального виду. Вона називається кусочно-визначена система ітеруємих функцій (PIFS). Цей тип системи ітеруємих функцій складається з повного метричного простору  $X$ , набору підобластей і набору стискаючих відображень.

Ми також можемо визначити афінні перетворення, які переводять у себе одиничний квадрат  $I^2 \rightarrow I^2$  у такий спосіб:

$$\bar{w}_i(x, y) = A_i \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + b_i$$

Тут  $A_i$  – матриці перетворень розміром  $2 \times 2$ , а  $b_i$  – вектора зрушення (словом, тут звичайне афінне перетворення). А тепер можна записати відображення  $w_i: F \rightarrow F$  у загальному виді.

$$\overline{w_i}(f)(x, y) = s_i f(\overline{w_i^{-1}}(x, y)) + o_i,$$

за умови, що перетворення  $\overline{w_i}$  оборотне й  $(x, y) \in R_i$ . Константа  $s_i$  розширює (або звужує) діапазон значень функції  $f$ , тобто управляє контрастністю (для зображень у градаціях сірого). Величина  $o_i$  відповідає за зміну яскравості зображення. Перетворення  $\overline{w_i}$  називається просторовою складовою перетворення  $w_i$ . Задане співвідношення є базовим для зображень у градаціях сірого, ми його будемо використовувати при стиску.

У випадку використання кусочно-визначеної системи ітеруємих функцій фіксована точка (або аттрактор) є зображенням  $f$ , для якої виконується  $W(f)=f$ . Теорема про стискаючі відображення говорить, що  $W$  у результаті буде зображенням, а ми зможемо порахувати послідовності  $W(f_0)$ ,  $W(W(f_0))$ ,  $W(W(W(f_0)))$ , де  $f_0$  – яке-небудь зображення. Оскільки ми знаємо, що відображення  $W$  – стискаюче на просторі зображень, то ми в результаті одержимо єдину фіксовану точку, що є якимсь зображенням.

Припустимо, що нам необхідно закодувати зображення  $f$ . Це означає, що нам необхідно визначити набір перетворень  $w_1, w_2, \dots, w_N$ , і при цьому:

$$W = \bigcup_{i=1}^N w_i, f = x_w$$

Нам потрібно, щоб  $f$  була нерухливою точкою перетворення  $W$ . Співвідношення для фіксованих точок показує, як нам можна цього досягти:

$$f = W(f) = w_1(f) \cup w_2(f) \cup \dots \cup w_N(f)$$

Ми намагаємося знайти розбивку  $f$  на області, у результаті якого кожна область є зменшеною копією цілого зображення.

Мінімізація цього рівняння означає наступне: ми, по-перше повинні добре підібрати область  $D_i$  таким чином, щоб між областями був достатній збіг. По-друге, необхідно знайти гарні значення контрасту і яскравості (співвідношення 12), тобто значення коефіцієнтів  $s_i$  і  $o_i$ , для перетворення  $w_i$ . Для кожної області  $D_i$  ми зможемо порахувати, використовуючи аналітичні методи, значення коефіцієнтів, у такий спосіб досягається як можна менше значення величини  $d_{rms}$ .

Приведемо базовий алгоритм фрактального кодування.

1. Розбиваємо зображення  $f$  на непересічні рангові блоки  $\{R_i\}$ . Рангові блоки являють собою прямокутники (у найпростішому випадку квадрати), але можуть використовуватися й інші способи розбивки, наприклад, як рангові області можуть використовуватися трикутники. Блоки можуть бути однаковими, а може використовуватися адаптивна розбивка – методом квадродерева.

2. Покриваємо зображення послідовністю доменних блоків, що можливо перекриваються. Домени можуть бути різних розмірів, звичайно їхня кількість обчислюється сотнями й тисячами.

Домени можуть перекриватися, а можуть розміщатися на деякій відстані друг від друга. Доменне зображення темніше, ніж вихідне, оскільки яскравість при перетвореннях змінюється. Афінне перетворення записується в такий спосіб (для зображень у градаціях сірого):

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = w_i \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_i & b_i & 0 \\ c_i & d_i & 0 \\ 0 & 0 & s_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_i \\ f_i \\ o_i \end{bmatrix}$$

Величина  $s_i$  означає яскравість пікселя й діє подібно кнопці настроювання контрасту. Коли цей параметр дорівнює 0, те пікселі домену перетворюються в чорний колір, якщо параметр дорівнює 1, то домен залишається таким же, якщо параметр установлений у межах від 0 до 1 (найчастіше беруть 0.75), чим значення більше, тим більше контраст області. Параметр  $o_i$  відповідає за світність пікселя і його зміна аналогічно зміні настроюванню яскравості. Позитивні значення роблять блок пікселів більше світлим, негативні значення – більше темним. Коли істи можливість контролювати показники контрасту і яскравості, то можна здійснити розширене афінне перетворення, що відображає доменні блоки в рангові блоки.

Матрична частина перетворення відповідає за поворот і зміну яскравості зображення (коефіцієнти  $A_i, b_i, c_i, d_i$  і  $s_i$ ), а вектор  $[e_i, f_i, o_i]$  за зрушення й зміну контрасту.

Зміна яскравості доменного зображення відбувається в такий спосіб: після його одержання яскравість всіх пікселів множиться на деяку величину, розповсюджене значення – 0.75.

3. Для кожного рангового блоку знаходимо домен і відповідне перетворення, що щонайкраще перекриває ранговий блок. Настроюються параметри перетворення – яскравість і контраст, що забезпечує найкращу відповідність.

При використанні даного підходу до кодування розмір доменних блоків завжди вдвічі більше, ніж розмір регіонів. Якщо ранговий блок має розмір  $8 \times 8$ , то домен завжди  $16 \times 16$ .

У результаті кодування у файл записується код зображення:

1. Кількість регіонів по горизонталі й вертикалі.
2. Розмір регіону.
3. Коефіцієнти афінних перетворень:
  - Координати домену.
  - Номер афінного перетворення.
  - Різницю усередненої яскравості між регіоном і доменом.

У файл, таким чином, зберігаються тільки числові коефіцієнти, а не саме зображення. Чисел досить для розпакування (виконання зворотних перетворень, при декодуванні 2 і 4 перетворення міняються місцями).

Одним із ключових параметрів є зсув доменів (домени можуть перекриватися, а можуть розташовуватися друг від друга на деякій відстані). Процес фрактального стиску полягає в пошуку самоподібних областей зображення. У цьому випадку послідовно перебираються всі регіони, і для кожного регіону підбирається найбільш схожий на нього доменний блок. Таким чином, застосовується сукупність перетворень: порівняння блоків по пікселям і афінні перетворення. Найпоширеніші наступні:

1. Поворот на 0 градусів.
2. Поворот на 90 градусів.
3. Поворот на 180 градусів.
4. Поворот на 270 градусів.
5. Симетрія щодо осі X.
6. Симетрія щодо осі Y.
7. Симетрія щодо головної діагоналі.
8. Симетрія щодо побічної діагоналі.

Від характеру вихідного зображення залежить, які перетворення можна виконувати. Можна вибрати всі перетворення, а можна – виконати тільки перетворення повороту або тільки симетрію. Але рекомендується виконати всі 8 перетворень.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів стиснення растрових зображень без втрати якості. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем стиснення растрових зображень без втрати якості; Досліджена система стиснення растрових зображень без втрати якості; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи стиснення растрових зображень без втрати якості. Розроблені

під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання стиснення растрових зображень без втрати якості. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Neskrodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskrodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
3. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Driev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16*, 6223, 2022.
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14*.
10. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33)*. с. 161-172, 2019.
11. О. Смірнов, Є. Деменко, О. Онікійчук, А. Арищенко, Л. Горбачова, «Формування псевдовипадкових послідовностей для приховування даних в зображеннях» *Комп'ютерні науки та кібербезпека. № 4*. С. 30-37. 2019.
12. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. *Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.*
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. *Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties*. Монографія: In.: *ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures*. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
14. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. *Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі*. Монографія: *Інформаційна безпека та інформаційні технології : монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139*
15. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. *Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі*. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32)*. с. 173-183, 2019.
16. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Дреєв О.М. *Мережні інформаційні технології*. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 159 с.
17. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дреєв О.М. *Моделі системи нейромережових експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних системах*. *Збірник наукових праць "Системи обробки інформації"*. - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 36-39.
18. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дреєв О.М., Вялкова В.І. *Комп'ютерні мережі*. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.
19. Смірнов О.А., Дреєв О.М. *Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації*. *Збірник наукових праць "Системи обробки інформації"*. - Випуск 2 (118). т.2. - Х.: ХУПС -

2014. - С. 64-67

20. Смірнов О.А., Дреєв О.М. Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації. Збірник тез VI міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми та перспективи розвитку ІТ-індустрії". м. Харків. 17-18 квітня 2014р. – Харків: ХНСУ. - 2014. - С. 240.
21. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Кожанова А.С., Лешко О.Л., Константинова Л.В. Основи системного програмування. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 257с.
22. Смірнов О.А., Дреєв О.М., Доренський О.П. «Дослідження впливу стиснення зображень на оперативність їх доставки у телекомунікаційній системі. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 8(115). – Х.: ХУПС – 2013. – С. 234-239.
23. Смірнов О.А., Доренський О.П., Дреєв О.М. Аналіз процесів стиснення та відновлення зображень на основі цифрових методів. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Випуск 3(12). – Х.: ХУПС. – 2013. – С.122-127.
24. Смірнов О.А., Мелешко Є.В., Семенов С.Г. Методи та засоби обробки сигналів і даних в інформаційних системах. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 250 с.



УДК 004

О. Міроненко, магістр гр. КІ-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ DVB-T2

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи цифрового телебачення DVB-T2. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи цифрового телебачення DVB-T2. Об'єктом дослідження є процес цифрового телебачення DVB-T2. Предметом дослідження є методи цифрового телебачення DVB-T2. Методи дослідження базуються на методах цифрового телебачення, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи цифрового телебачення DVB-T2. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Наземне телебачення DVB-T2 – це технологія, яка революціонізувала спосіб отримання та споживання телевізійного контенту.

DVB-T2 – це друге покоління стандарту DVB-T (цифрове відеомовлення – наземне), який використовується для наземного телевізійного мовлення. DVB-T2 пропонує значно покращену продуктивність та ефективність у порівнянні зі своїм попередником, забезпечуючи передачу більшої кількості каналів вищої якості на тому самому діапазоні частот.

DVB-T2 використовує передові методи кодування та модуляції, такі як HEVC (високоєфективне кодування відео) та OFDM (мультиплексування з ортогональним частотним поділом каналів), щоб забезпечити високу якість відео та аудіо, а також кращу стійкість до перешкод. Таким чином, навіть якщо ви живете в районі з поганим покриттям, ви все одно зможете насолоджуватися кристально чистим відео та аудіо.

DVB-T2 – це майбутнє ефірного телебачення з кількох причин. По-перше, він пропонує набагато кращу якість зображення та звуку порівняно зі стандартом DVB-T. Завдяки використанню кодування HEVC DVB-T2 здатний передавати відео Full HD і навіть 4K, чого неможливо досягти за допомогою стандарту DVB-T.

По-друге, DVB-T2 більш ефективний з точки зору використання діапазону частот. Завдяки вдосконаленим методам модуляції DVB-T2 може передавати більше даних на одному діапазоні, що означає, що телевізійні станції можуть пропонувати більше каналів і послуг.

По-третє, DVB-T2 є більш гнучким і перспективним. Стандарт здатний підтримувати різноманітні формати та стандарти, такі як IPTV, VoD (відео на вимогу) та інтерактивні послуги, відкриваючи двері до нових можливостей та послуг для глядачів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи цифрового телебачення dvb-t2.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи цифрового телебачення DVB-T2.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем цифрового телебачення DVB-T2.
- Дослідження системи цифрового телебачення DVB-T2.
- Програмна реалізація системи цифрового телебачення DVB-T2.

*Об'єктом дослідження* є процес цифрового телебачення DVB-T2.

*Предметом дослідження* є методи цифрового телебачення DVB-T2.

*Методи дослідження* базуються на методах цифрового телебачення, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** DVB-T2 – цифрова наземна система передачі, розроблена в рамках проекту DVB. Він представляє найновіші методи модуляції та кодування, щоб забезпечити високоефективне використання цінного наземного спектру для доставки аудіо-, відео- та послуг передачі даних на фіксовані, портативні та мобільні пристрої. DVB-T2 використовує модуляцію OFDM із великою кількістю піднесучих, що забезпечує надійний сигнал. Як і DVB-T, DVB-T2 пропонує низку різних режимів, що робить його дуже гнучким стандартом. Для виконання виправлення помилок DVB-T2 використовує те саме кодування, яке було вибрано для DVB-S2. Поєднання кодування перевірки парності з низькою щільністю (LDPC) і кодування Бозе-Чаудхурі-Хоккенгама (BCH) забезпечує чудову продуктивність у середовищі з високим рівнем шуму та перешкод, створюючи дуже надійний сигнал. Доступні кілька варіантів щодо таких аспектів, як кількість несучих, розмір захисного інтервалу та пілот-сигнали. Таким чином, накладні витрати можуть бути мінімізовані для будь-якого цільового каналу передачі. Нова техніка під назвою «повернені сузір'я» забезпечує значну додаткову надійність у складних каналах. Для досягнення необхідних умов прийому (наприклад, кімнатна антена/антена на даху) надається механізм окремого регулювання надійності кожної наданої послуги в межах каналу. Цей самий механізм дозволяє адаптувати передачі, щоб дозволити приймачу економити енергію, декодуючи лише одну програму, а не цілий комплекс програм.

Ключові характеристики DVB-T2:

- Щонайменше на 30-50% вища пропускна здатність і покращена продуктивність SFN порівняно з DVB-T.

- Надійність трансмісії залежно від послуги.
- Передача програм для мобільних і стаціонарних приймачів.
- Масове повторне використання інфраструктури DVB-T.
- Зменшення відношення пікової до середньої потужності і, отже, експлуатаційних витрат на кінці передавача.

Покращення, надані DVB-T2:

- Модуляція OFDM з додатковими режимами IFFT.
- Ефективний захист від помилок за допомогою кодування LDPC.
- Передача та інтеграція концепції кадру основної смуги DVB-S2.
- Обернені сузір'я із затримкою Q.
- Передача MISO.
- Зменшення крест-фактора.

DVB-T2 є наступним розвитком стандартів наземного цифрового відеомовлення. Він спирається на технологію та успіх DVB-T, щоб забезпечити додаткові можливості та функції відповідно до розвитку ринку DTT або цифрового наземного телебачення. Хоча дехто може розглядати DVB-T2 як конкурента існуючому стандарту DVB-T, це не так. Планується, що два стандарти співіснують протягом багатьох років, а DVB-T2 надасть додаткові функції та послуги.

### **Основи DVB-T2**

Стандарт DVB-T2 використовує мультиплекс з ортогональним частотним розподілом як основне середовище радіопередачі. Ця форма передачі є особливо надійною та дозволяє приймати сигнали даних (у цьому випадку телевізійні дані) за наявності певних перешкод або відсутності каналів у результаті таких ефектів, як багатопроменевість.

### **OFDM**

Мультиплекс з ортогональним частотним поділом сигналів, OFDM, є формою формату сигналу, який використовує велику кількість близькорознесених несучих, кожна з

яких модулюється потоком даних з низькою швидкістю. Зазвичай очікується, що сигнали, розташовані на близькій відстані, створюють перешкоди один одному, але якщо зробити сигнали ортогональними один одному, взаємних перешкод не буде. Дані, які потрібно передати, розподіляються між усіма носіями, що забезпечує стійкість до вибіркового завмирання через ефект багатопроменевого поширення.

Нова специфікація DVB-T2 надає можливість вибору різноманітних опцій відповідно до вимог оператора мережі.

Таблиця 1 – Основні характеристики DVB-T2

Параметр	DVB-T	DVB-T2
Кількість несучих у сигналі	2к, 8к	1к, 2к, 4к, 8к, 16к, 32к
Формати модуляції	QPSK, 16QAM, 64 QAM	QPSK, 16QAM, 64 QAM, 256QAM
Розсіяні пілоти	8% від загальної кількості	1%, 2%, 4%, 8% від загальної кількості
Постійні пілоти	2,6% від загальної кількості	0,35% від загальної суми
Виправлення помилок	Згорткове кодування + Рід Соломон 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Охоронний інтервал	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/128, 1/8, 19/256, 1/16, 1/32, 1/128

Для виправлення помилок використовується технологія, яка використовується для DVB-S2. Це включає кодування LDPC (Low Density Parity Check) у поєднанні з кодуванням BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquengham). Доведено, що поєднання цих двох методів забезпечує чудову продуктивність за наявності високих рівнів шуму та перешкод.

Як і раніше, доступно кілька параметрів у таких областях, як кількість несучих, розміри захисного інтервалу та пілот-сигнали, так що накладні витрати можна мінімізувати для будь-якого даного каналу передачі.

Незважаючи на те, що DVB-T2 являє собою наступну еволюцію для цифрового наземного телебачення, планується, що він буде працювати поряд з поточним стандартом DVB-T протягом багатьох років і розвинути перехід на DVB-T2. Ця еволюція має відбуватися приблизно так само, як це відбулося між DVB-S і DVB-S2.

Оскільки DVB-T2 пропонує додаткові можливості, це дозволить мовникам пропонувати нові та захоплюючі послуги, щоб гарантувати, що вони зможуть утримати своїх глядачів. Спираючись на успіх існуючих цифрових телевізійних послуг, DVB-T2 неодмінно отримає значний рівень поширення протягом найближчих років.

#### **Що таке OFDM: Ортогональне частотне мультиплексування**

OFDM, мультиплексування з ортогональним частотним поділом використовує кілька близьких несучих, кожна з яких має низьку швидкість передачі даних для стійкого зв'язку.

Мультиплексування з ортогональним частотним поділом – це форма сигналу або модуляції, яка забезпечує деякі значні переваги для каналів передачі даних.

Відповідно, OFDM, ортогональне частотне мультиплексування, використовується для багатьох найновіших широкосмугових і високошвидкісних бездротових систем, включаючи Wi-Fi, стільниковий зв'язок і багато іншого.

Той факт, що OFDM використовує велику кількість несучих, кожна з яких передає дані з низькою швидкістю передачі даних, означає, що він дуже стійкий до вибіркового завмирання, перешкод і ефектів багатопроменевого поширення, а також забезпечує високий ступінь спектральної ефективності.

Ранні системи, що використовують OFDM, виявили, що обробка, необхідна для формату сигналу, була відносно високою, але з прогресом у технології OFDM створює невеликі проблеми з точки зору необхідної обробки.

### **Розвиток OFDM**

Використання OFDM і модуляції з кількома несучими в цілому вийшло на перший план в останні роки, оскільки це забезпечує ідеальну платформу для бездротової передачі даних.

Однак концепція технології OFDM була вперше досліджена в 1960-х і 1970-х роках під час дослідження методів зменшення перешкод між близько розташованими каналами. На додаток до цих інших вимог, необхідних для досягнення безпомилкової передачі даних за наявності перешкод і умов вибіркового розповсюдження.

Спочатку використання OFDM вимагало великих рівнів обробки і, відповідно, не було життєздатним для загального використання.

Одними з перших систем, які прийняли OFDM, були цифрове мовлення – тут OFDM зміг забезпечити високонадійну форму транспортування даних за різними умовами шляху сигналу.

Одним із прикладів є цифрове радіо DAB, яке було представлено в Європі та інших країнах. Норвезька радіомовна корпорація NRK запустила першу послугу 1 червня 1995 року. OFDM також використовувався для цифрового телебачення.

Пізніше обчислювальна потужність зросла в результаті зростання рівнів інтеграції, що дозволило розглянути OFDM для систем мобільного зв'язку 4G, які почали розгортатися приблизно з 2009 року. Також OFDM було прийнято для Wi-Fi та низки інших бездротових систем передачі даних.

### **Що таке OFDM?**

OFDM є формою модуляції з кількома несучими. Сигнал OFDM складається з ряду близько розташованих модульованих несучих. Коли модуляція будь-якої форми – голосу, даних тощо застосовується до несучої, тоді бічні смуги розповсюджуються в обидві сторони.

Необхідно, щоб приймач міг приймати весь сигнал, щоб мати можливість успішно демодулювати дані. У результаті, коли сигнали передаються близько один до одного, вони повинні бути розташовані так, щоб приймач міг розділити їх за допомогою фільтра, і між ними повинна бути захисна смуга. З OFDM це не так.

Незважаючи на те, що бічні смуги від кожної несучої перекриваються, вони все одно можуть прийматися без перешкод, які можна очікувати, оскільки вони ортогональні одна одній. Це досягається тим, що інтервал між несучими дорівнює зворотній величині періоду символу.

### **Традиційна вибірка сигналів if на різних каналах**

Щоб побачити, як працює OFDM, необхідно подивитися на приймач. Це діє як банк демодуляторів, перетворюючи кожну несучу на DC. Результируючий сигнал інтегрується по періоду символу для регенерації даних із цього носія. Цей же демодулятор також демодулює інші несучі.

Оскільки інтервал між несучими дорівнює зворотній величині періоду символу, це означає, що вони матимуть цілу кількість циклів у періоді символу, а їхній внесок дорівнюватиме нулю – іншими словами, внеску перешкод немає.

### **Основна концепція OFDM, ортогонального частотного мультиплексування**

Однією з вимог систем передачі та прийому OFDM є те, що вони повинні бути лінійними. Будь-яка нелінійність спричинить інтерференцію між несучими в результаті інтермодуляційних спотворень. Це призведе до появи небажаних сигналів, які можуть спричинити перешкоди та погіршити ортогональність передачі.

Що стосується обладнання, яке буде використовуватися, високе відношення піку до середнього в системах з декількома несучими, такими як OFDM, вимагає кінцевого РЧ-підсилювача на виході передавача, щоб мати можливість впоратися з піками, тоді як середня потужність набагато нижча, і це призводить до неефективності.

У деяких системах піки обмежені. Хоча це вносить спотворення, що призводить до більш високого рівня помилок даних, система може покладатися на виправлення помилок для їх усунення.

### **Дані з OFDM**

Традиційний формат для надсилання даних через радіоканал полягає в тому, щоб надсилати їх послідовно, один біт за іншим. Це залежить від одного каналу, і будь-які перешкоди на одній частоті можуть порушити всю передачу.

OFDM використовує інший підхід. Дані передаються паралельно через різні несучі в межах загального сигналу OFDM. Будучи поділеним на кілька паралельних «підпотоків», загальна швидкість передачі даних дорівнює вихідному потоку, але для кожного з підпотоків набагато нижча, а символи рознесені далі один від одного в часі.

Це зменшує перешкоди між символами та полегшує точне отримання кожного символу, зберігаючи однакову пропускну здатність.

Нижча швидкість передачі даних у кожному потоці означає, що перешкоди від відображень набагато менш критичні. Це досягається шляхом додавання в систему часу захисної смуги або захисного інтервалу.

Захисний час забезпечує вибірку даних лише тоді, коли сигнал стабільний і не надходять нові затримані сигнали, які можуть змінити час і фазу сигналу. Цього можна досягти набагато ефективніше в субпоточі з низькою швидкістю передачі даних.

### **Захисний інтервал для сигналів OFDM**

Розподіл даних через велику кількість несучих у сигналі OFDM має деякі додаткові переваги. Нульові сигнали, викликані ефектами багатопроменевого поширення або перешкодами на даній частоті, впливають лише на невелику кількість несучих, решта приймаються правильно. Використовуючи методи кодування помилок, що означає додавання додаткових даних до переданого сигналу, це дає змогу відновити багато або всі пошкоджені дані в приймачі. Це можна зробити, оскільки код виправлення помилок передається в іншій частині сигналу.

### **Ключові особливості OFDM**

Схема OFDM відрізняється від традиційної FDM наступними взаємопов'язаними способами:

- Кілька несучих (так звані піднесучі) передають потік інформації.
- Піднесучі ортогональні одна одній.
- До кожного символу додається захисний інтервал, щоб мінімізувати розкид затримки каналу та міжсимвольні перешкоди.

### **Переваги та недоліки OFDM**

#### **Переваги OFDM**

OFDM використовувався в багатьох бездротових системах з високою швидкістю передачі даних через численні переваги, які він надає.

– Стійкість до вибіркового завмирання: одна з головних переваг OFDM полягає в тому, що він більш стійкий до частотно-селективного завмирання, ніж системи з однією несучою, оскільки він розділяє загальний канал на кілька вузькосмугових сигналів, на які впливають індивідуально як на підканали з плоским завмиранням.

– Стійкість до перешкод: перешкоди, що з'являються на каналі, можуть бути обмежені смугою пропускання, і таким чином не впливатимуть на всі підканали. Це означає, що не всі дані втрачаються.

– Ефективність використання спектру. Значною перевагою OFDM є те, що він ефективно використовує доступний спектр.

– Стійкість до ISI: ще одна перевага OFDM полягає в тому, що він дуже стійкий до міжсимвольних і міжкадрових перешкод. Це є результатом низької швидкості передачі даних на кожному з підканалів.



– Стійкість до вузькосмугових ефектів: використовуючи адекватне каналне кодування та чергування, можна відновити символи, втрачені через частотну вибіркковість каналу та вузькосмугові перешкоди. Не всі дані втрачаються.

– Спрощене вирівнювання каналів. Однією з проблем систем CDMA була складність вирівнювання каналів, яке доводилося застосовувати по всьому каналу. Перевагою OFDM є те, що за допомогою кількох підканалів вирівнювання каналів стає набагато простішим.

### **Недоліки OFDM**

Незважаючи на те, що OFDM широко використовується, у його використанні все ще є кілька недоліків, які необхідно розглянути при розгляді його використання.

– Високе відношення пікової до середньої потужності: сигнал OFDM має зміну амплітуди, схожу на шум, і має відносно високий великий динамічний діапазон або відношення пікової до середньої потужності. Це впливає на ефективність радіочастотного підсилювача, оскільки підсилювачі повинні бути лінійними та витримувати великі коливання амплітуди, і ці фактори означають, що підсилювач не може працювати з високим рівнем ефективності.

– Чутливість до зсуву та дрейфу несучої: Іншим недоліком OFDM є чутливість до зсуву та дрейфу несучої частоти. Системи з однією несучою менш чутливі.

### **Варіанти OFDM**

Існує кілька інших варіантів OFDM, ініціали яких можна побачити в технічній літературі. Вони відповідають основному формату для OFDM, але мають додаткові атрибути або варіації:

– COFDM: кодоване мультиплексування з ортогональним частотним поділом. Форма OFDM, де кодування виправлення помилок включено в сигнал.

– Flash OFDM: це варіант OFDM, розроблений Flarion, і це форма OFDM зі швидким перемиканням. Він використовує кілька тонів і швидке стрибкоподібне перемикання для розподілу сигналів у заданому діапазоні спектру.

– OFDMA: множинний доступ з ортогональним частотним поділом. Схема, яка використовується для надання можливості множинного доступу для таких програм, як стільниковий зв'язок, коли використовуються технології OFDM.

– VOFDM: векторний OFDM. Ця форма OFDM використовує концепцію технології MIMO. Він розробляється компанією CISCO Systems. MIMO розшифровується як Multiple Input Multiple output і використовує кілька антен для передачі та прийому сигналів, щоб можна було використовувати ефекти багатопроменевості для покращення прийому сигналу та покращення підтримуваної швидкості передачі.

– WOFDM: широкосмуговий OFDM. Концепція цієї форми OFDM полягає в тому, що вона використовує достатньо великий відстань між каналами, щоб будь-які частотні помилки між передавачем і приймачем не впливали на продуктивність. Особливо це стосується систем Wi-Fi.

Кожна з цих форм OFDM використовує ту саму основну концепцію використання близько розташованих ортогональних несучих, кожна з яких передає сигнали з низькою швидкістю передачі даних. Під час фази демодуляції дані потім об'єднуються для отримання повного сигналу.

OFDM, мультиплексування з ортогональним частотним поділом, набуло значної присутності на ринку бездротового зв'язку. Поєднання високої ємності даних, високої спектральної ефективності та його стійкості до перешкод у результаті багатопроменевого ефекту означає, що він ідеально підходить для додатків з великим об'ємом даних, які стали головним чинником сучасної комунікаційної сцени.

### **OFDM Синхронізація часу та частоти**

Для оптимальної демодуляції OFDM потрібна точна синхронізація часу та частоти, інакше рівень перешкод зростає та виникають інші проблеми з демодуляцією.

Однією з ключових вимог для оптимальної демодуляції сигналів OFDM є точна синхронізація частоти та часу.

На щастя, хорошу синхронізацію OFDM і частоту відносно легко отримати, оскільки легко вивести точні сигнали.

Погана синхронізація часу та частоти призводить до значного погіршення якості сигналу, і в результаті цей аспект сигнального ланцюга є ключовим для оптимальної продуктивності.

### **Основи синхронізації OFDM**

OFDM пропонує багато переваг щодо стійкості до вицвітання, віддзеркалень тощо. OFDM також пропонує високий рівень ефективності спектру. Однак, щоб отримати винагороду, необхідно, щоб система OFDM працювала правильно, і для досягнення цього необхідно, щоб синхронізація OFDM була ефективною.

Існує ряд областей, у яких синхронізація OFDM критична для роботи системи:

– Синхронізація OFDM з точки зору зміщення частоти: необхідно, щоб частоти точно відстежувалися, щоб забезпечити підтримку ортогональності.

– Синхронізація OFDM з точки зору точності годин: необхідно, щоб вибірка відбувалася в правильний інтервал часу, щоб забезпечити синхронізацію вибірок і мінімізацію помилок даних.

Для того, щоб забезпечити оптимальну роботу системи OFDM, необхідно переконаватися, що існують схеми, які гарантують, що синхронізація OFDM знаходиться в необхідних межах.

### **Синхронізація зміщення частоти OFDM**

Особливо важливо, щоб демодулятор в приймачі OFDM міг точно синхронізуватися з несучими в сигналі OFDM. Зміщення можуть виникати з ряду причин, включаючи будь-які частотні помилки між передавачем і приймачем, а також в результаті доплерівських зсувів, якщо є рух між передавачем і приймачем.

Якщо частотна синхронізація порушується, то ортогональність несучих знижується в процесі демодуляції, а частота помилок зростає. Відповідно, важливо підтримувати ортогональність, щоб зменшити кількість помилок і підтримувати ефективність зв'язку.

Спочатку подивіться, як має відбуватися вибірка. Коли демодулятор синхронізований, усі внески від інших несучих сумарно дорівнюють нулю, як показано. Таким чином, усі носії ортогональні, а частота помилок мінімальна.

### **Демодуляція OFDM, яка показує, як мінімізуються перешкоди від інших несучих в центрі несучої частоти**

Якщо виникає ситуація, коли синхронізація OFDM для частотних аспектів є поганою, тоді демодулятор центруватиме свої зразки подалі від піку сигналу, а також у точці, де внески інших сигналів не дорівнюють нулю. Це призведе до погіршення якості сигналу, що, у свою чергу, може призвести до збільшення кількості бітових помилок.

### **Демодуляція OFDM, де перешкоди високі через погану частотну синхронізацію**

#### **Синхронізація зміщення годинника OFDM**

Також необхідно підтримувати синхронізацію OFDM з точки зору годинника. Посилення, якщо синхронізація годинника є неточною, дискретизація буде зміщена, і знову ортогональність буде зменшена, а помилки даних зростуть.

При розгляді синхронізації OFDM з огляду на зсув тактової частоти інтервал несучої, що використовується в приймачі для дискретизації отриманого сигналу, базуватиметься на внутрішній тактовій частоті. Якщо це відрізняється від того, що використовується в передавачі, буде виявлено, що навіть якщо перша несуча в мультиплексі є правильною, тоді буде зростати розбіжність з кожною несучою, віддаленою від першої. Навіть невеликі рівні розбіжностей призведуть до збільшення рівня помилок.

#### **Демодуляція OFDM із зміщенням синхронізації годинника**

При використанні OFDM необхідно переконаватися, що синхронізація як для часу, так і для частоти є точною. Забезпечуючи точну синхронізацію, можна виконати оптимальну

демодуляцію сигналу. Будь-яке зміщення призводить до того, що приймач починає вловлювати небажані сигнали перешкод. На щастя, відносно легко отримати точні сигнали синхронізації, оскільки вони доступні з мережі, а короткочасну синхронізацію можна створити всередині.

### **Розробка структурної схеми**

Розробники заклали як мінімум 30-відсоткове поліпшення всіх значимих показників щодо попередньої версії стандарту – DVB-T.

Окрім нових застосовуваних технологій для передачі інформації в новій версії стандарту існують і деякі відмінності в організації мереж синхронного одночастотного мовлення (SFN).

У стандарті DVB-T2 є два режими роботи: так звані System A і System B. Перший відрізняється від DVB-T використанням більш високих порядків модуляцій і додаткових нових алгоритмів корекції помилок.

Крім того, даний режим не передбачає роботу мережі в SFN-режимі (окремий випадок – робота в System B з одним PLP).

System B є більш складним режимом роботи DVB-T2 передавачів. Його реалізація вимагає використання більш складних технологій і пристроїв (multi-PLP потоків, T2-Gateway).

Саме він передбачає створення SFN-мереж. Специфікою є і те, що для організації SFN-мереж вже не потрібно такий спеціальний пристрій, як SFN-адаптер (MIP-інсертер).

Його функції включає в себе DVB-T2 Gateway – пристрій, на вхід якого подається(-ються) MPEG-2 TS, а на вихідному інтерфейсі T2 Modulator Interface (T2-MI) формується вихідний multi-PLP потік.

T2-MI – це інтерфейс, призначений для передачі інформації від T2 Gateway до модуляторам. Він розроблений спеціально для того, щоб модулятор міг працювати з технологією multi-PLP. T2-MI-пакети містять в собі транспортні потоки і всю необхідну інформацію для роботи модуляторів.

У певних місцях (L1 signalling) T2-MI-пакетів міститься вся необхідна інформація для передавачів по режимам і параметрам передачі, причому параметри можна вказувати для кожного передавача окремо.

Наприклад, передавати значення тимчасової затримки прямо в потоці, змінюючи їх на «льоту».

Генерація потоку T2-MI відбувається наступним чином: кожен раз, коли розташування ВВ-кадру (BaseBand Frame) визначено, він може бути вставлений в T2-MI-пакет з відповідною інформацією в заголовку і негайно відправлений через T2-MI інтерфейс.

ВВ-Frame – це основна одиниця в логічній кадровій структурі DVB-T2. Пакетовані потоки розбиваються на ВВ-кадри (синхронно або асинхронно).

Кожен ВВ-кадр може містити ціле число пакетів, або ж пакет може бути розбитий на кілька ВВ-кадрів. Тема ВВ-кадру містить інформацію про довжину пакету і позиції першого пакету, що дозволяє реконструювати їх на приймальному кінці.

Розмір кожного ВВ-кадру, що містить будь наповнення та/або внутрішню сигналізацію, постійний для даного PLP (Physical Layer Pipe – технологія, що дозволяє одночасно передавати кілька видів інформації з окремими для кожного параметрами перешкодозахищеності і швидкості), залежить від кодової швидкості LDPC і від довжини використаних FEC-блоків.

Як тільки розташування ВВ-кадрів визначено для всіх PLP, чиї кадри перемеження (Interleaving Frames) вставлені в даний T2-кадр, в пакеті генерується і передається T2-MI інформація, що описує цей кадр L1-сигналізація.

Там же міститься й інформація для синхронізації. Якщо синхронізація не потрібна (для MFN), у відповідних осередках передаються нулі.

У DVB-T2 збільшене число піднесущих (32К проти 8к), що дозволяє продовжити захисний інтервал до 532 Мкс (тоді як в DVB-T – 224 Мкс).

Відповідно, збільшується і максимальна відстань між сусідніми передавачами в SFN. Теоретично воно дорівнює приблизно 160 км проти 67 у попередньому стандарті.

Також немає вже максимально допустимої затримки в поширенні сигналу в мережі передавачів в 1с через прив'язку до сигналу в 1 PPS.

Вся система може синхронізуватися з глобального часу (GMT), і затримка може бути більше.

У той же час збільшення числа піднесучих до 32К призводить до зменшення «відстані» між ними, а це, у свою чергу, висуває досить високі вимоги до стабільності частоти передавача при роботі в SFN-режимі в System B – до 0,5 Гц.

Додатково стандарт DVB-T2 при роботі в System B, завдяки використанню системи MISO (яка, у свою чергу, використовує коди Alamauti), дозволяє ефективно боротися з завмираннями сигналу в SFN-мережах (вихідний сигнал на двох сусідніх передавачах попередньо спотворюється таким чином, що в точці прийому без праці можна відновлювати вихідний сигнал, а умови прийому поліпшуються).

Коротко підсумуємо відмінності в організації SFN-мереж в новому стандарті від попереднього.

1. Відпала необхідність у SFN-адаптер. Його функції вже закладені в T2 Gateway.
2. Можлива затримка в мережі стала більше секунди.
3. Максимально допустима відстань між сусідніми передавачами зросла з 67 до 160 км.
4. Зросли вимоги до стабільності частоти сигналу передавачів:  $\pm 0,5$  Гц.
5. Завдяки системі MISO поліпшуються умови прийому в зонах з однаковими відстанями до сусідніх передавачів, що зумовлює виникнення селективних за частотою завмирань.

Таким чином, використовуючи перераховані вище особливості, можна створювати більш ефективні SFN-мережі і використовувати їх більш гнучко.

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. На ній показано структуру системи.

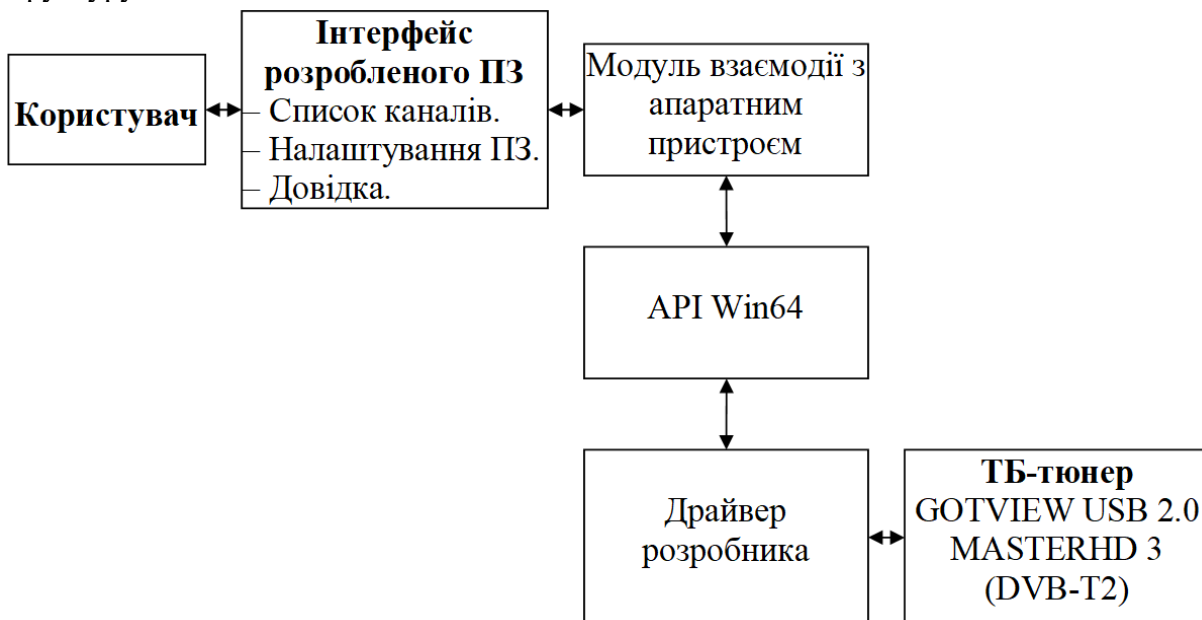


Рисунок 1 – Структурна схема роботи системи

Користувач використовує розроблене ПЗ під керуванням ОС Windows 8 через інтерфейс розробленого ПЗ. Розроблена ПЗ має список каналів, налаштування ПЗ та довідкову інформацію. Через модуль взаємодії з апаратним пристроєм (Application programming interface) а саме підсистему Digital Video Broadcasting Second Generation

Terrestrial (DVB-T2) та драйвер розробника проходить взаємодія з ТБ-тюнером GOTVIEW USB 2.0 MASTERHD 3.

### **GOTVIEW USB 2.0 MASTERHD**

ТБ-тюнер USB 2.0 представляє собою рішення по прийому й запису відкритих цифрових теле- і радіоканалів DVB-T2, DVB-T і DVB-C стандартів, включаючи FULL HD канали. GOTVIEW USB 2.0 MASTERHD 3 є одним з перших тюнерів в Україні з одночасною підтримкою цих трьох стандартів віщання. Тюнер виконаний у звичному дизайні USB стик GOTVIEW, аналогічному моделям GOTVIEW USB 2.0 Hybrid MasterHD і GOTVIEW USB 2.0 Master, але його технічна начинка більше функціональна й унікальна. Тюнер дозволяє приймати ефірне цифрове DVB-T2, DVB-T, цифрове, кабельне ТБ DVB-C.

Наявність автодетекта відеостандарту в тюнері Gotview USB 2.0 MasterHD 3 необхідно для використання тюнера в таких програмах, як Windows Media Center, які не можуть самі перемикаєти стандарти. Будь-який канал можна настроїти індивідуально.

Важливо, що для стандарту DVB-T2 реалізована підтримка однопотокового (single) PLP і багатопоточного (multiple) PLP режимів віщання, що дозволить стабільно приймати DVB-T2 сигнал у всіх регіонах України.

У багатьох регіонах України вже запущене ефірне цифрове віщання в DVB-T2.

Якщо цікаві передачі йдуть одночасно на різних каналах і хочеться подивитися їх всі, то й це не проблема. Можна записати весь транспортний потік і потім дивитися той канал, на якому віщалась цікава передача. Досить у плеєрі вибрати потрібний ідентифікатор каналу.

Як селектор каналів використаний новий напівпровідниковий чипсет компанії Silabs Si2148.

На ринку ТБ тюнерів існує тверда конкуренція між SiLabs, NXP, MaxLinear і SONY. Ключовими особливостями селектора SiLabs є те, що він не вимагає зовнішнього балансування, котушок індуктивності в ланцюгах відстеження сигналу й у фільтруючих вузлах блока живлення.

Продуктивність даного селектора перевищує аналогічні характеристики тюнерів на основі MOPLL (гетеродин з ФАПЧ).

Селектор Si2148 малочутливий до перешкод з боку мереж Wi-Fi і LTE, що дозволяє відмовитися від застосування зовнішніх фільтруючих ланцюгів і працює від одного джерела живлення з напругою 3,3В.

Споживана потужність селектора не перевищує 500 мВт, що на 50% нижче в порівнянні із ТБ тюнерами попереднього покоління.

Селектор Si2148 виділяється відмінною чутливістю й вибірковістю, а також зниженим енергоспоживанням і тепловиділенням у порівнянні з конкуруючими моделями. За рахунок невеликого тепловиділення, використовується без застосування радіаторів для відводу надлишку тепла.

Тюнер підтримується операційними системами Windows XP/Vista/7 і 8, планується випуск драйверів під Linux.

Можливість прийому цифрового телебачення трьох стандартів віщання, широкі функціональні можливості програми GOTVIEW DVB роблять новий тюнер GOTVIEW цікавою й унікальною пропозицією на українському ринку.

Можливості:

1. Селектор Silabs Si2148 забезпечить високоякісний прийом теле- і радіоканалів цифрового віщання.

2. Підтримка стерео звуку.

3. Прийом ефірного (DVB-T2/T) і кабельного (DVB-C) стандартів цифрового віщання.

4. Підтримка однопотокового Single PLP (режим 'A') і багатопоточного Multiple PLP (режим 'B') режимів віщання.

5. Підтримка телебачення високої чіткості HDTV.



6. Підтримка цифрового віщання в стандартах MPEG-2 і H.264 (MPEG-4/AVC).
  7. Широкі можливості пошуку й налаштування каналів.
  8. Можливість робити захвата окремих каналів або всього транспортного потоку. Підтримується запис в ISO/IEC 13818-1 Program Stream і всього транспортного потоку в ISO/IEC 13818-1 Transport Stream, для одночасного запису всіх каналів, трансльованих на даній частоті.
  9. Повністю русифікований інтерфейс.
  10. Індивідуальні налаштування для кожного каналу: гучність, яскравість, контрастність, насиченість.
  11. Функція відкладеного перегляду або зрушення за часом (TimeShift) з можливістю прискореного й уповільненого перегляду.
  12. Можливість налаштування до 255 ТВ каналів.
  13. Наявність вибору дозволу для попереднього й повноекраного режимів перегляду.
  14. Захват кадрів ТВ вікна у форматі JPG по таймеру або по натисканню кнопки.
  15. Опціональне відключення звуку під час запуску програми, пошуку або перемикання каналів.
  16. Захват окремих кадрів.
  17. Диспетчер відкладених завдань для запису відео в заданий час.
  18. Гнучке налаштування захвата.
  19. Відеозахват з автоматичним формуванням файлів заданого розміру (наприклад, по 700 Мб для подальшого запису на CD-DVD диски).
  20. Можливість автоматичної зміни імені файлу.
  21. Сканування каналів у будь-якому зазначеному діапазоні, з будь-яким заданим кроком.
  22. Повна інформація про захват:
    - розмір і тривалість захопленого фрагмента;
    - вільне місце на диску;
    - час можливого запису, виходячи з наявного вільного простору на диску;
    - кількість захоплених і пропущених кадрів;
    - частота кадрів;
    - завантаження процесора.
  23. Можливість тимчасового припинення запису "ПАУЗА" (наприклад, для пропуску реклами).
  24. Можливість корекції налаштувань (зміна яскравості, контрастності та ін.) прямо під час запису.
  25. Трансляція по мережі.
  26. Відображення назви поточної телепередачі, а також часу початку й закінчення даної передачі із вказівкою відрізка часу, що пройшов від початку.
  27. Підтримка програми телепередач на тиждень із можливістю завантаження відновлення з інтернету.
  28. Перегляд захоплюваного зображення.
  29. Можливість відключити зображення й звук при тривалій відсутності сигналу.
  30. Автоматичне збереження налаштувань.
- Мінімальні системні вимоги:
- Операційна система: Microsoft Windows Vista, Microsoft Windows 7, Microsoft Windows 8 (32-х і 64-х бітні версії).
  - Центральний процесор: не нижче Intel Pentium IV 1.6 ГГц.
  - Вільне місце на диску: не менш 100 Мбайт для установки всіх додатків.
  - USB 2.0 High Speed для ТВ-тюнера.
  - Звукова карта.

DVB-T2 принципово відрізняється як архітектурою системного рівня (MAC-рівня), так і особливостями фізичного рівня.

У DVB-T2 використовується OFDM модуляція з великою кількістю піднесучих, що забезпечує стійкий сигнал. Подібно DVB-T, DVB-T2 передбачає велику кількість різних режимів, це робить DVB-T2 дуже гнучким стандартом. Для виконання корекції помилок в DVB-T2 застосовується таке ж кодування, яке було вибрано для DVB-S2. Поєднання кодування з низькою щільністю перевірок на парність (LDPC) і кодування Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема (BCH) забезпечує дуже стійкий сигнал і чудову якість в умовах з високим рівнем шумів і перешкод.

Є декілька опцій таких параметрів, як кількість несучих, тривалість захисного інтервалу та розміщення пілот-сигналів. Це дозволяє знизити до мінімуму частку службової інформації для будь-якого заданого каналу передачі. Новий метод, названий «поворот сигнального сузір'я» забезпечує істотний приріст стійкості у складних ефірних умовах. Для забезпечення необхідних умов прийому (наприклад, кімнатна антена / антена на даху), передбачено механізм роздільної настройки стійкості сигналу в межах каналу для кожної надаваної служби. Такий самий механізм дозволяє настроїти передачі так, щоб дати можливість приймачу економити енергію за допомогою декодування тільки однієї програми, а не всього пакета програм.

Ключові особливості характеристик DVB-T2:

- Збільшена не менше ніж на 30% пропускну здатність і покращені характеристики SFN, порівняно з DVB-T.
- Обумовлена стійкість передачі.
- Передача програм на мобільні та стаціонарні приймачі.
- Широке використання інфраструктури DVB-T.
- Зниження експлуатаційних витрат на стороні передачі за рахунок зменшення відношення пікової потужності до середньої потужності.

Покращення, передбачені DVB-T2:

- Модуляція OFDM з додатковими режимами IFFT.
- Кодування LDPC забезпечує ефективний захист від помилок.
- Використання та інтеграція базової структури кадру DVB-S2.
- Поворот сигнального сузір'я з Q-затримкою.
- Передача MISO.
- Зменшення пік-фактора.

**Висновки.** У статті освіти наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів цифрового телебачення DVB-T2. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем цифрового телебачення DVB-T2; Досліджена система цифрового телебачення DVB-T2; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи цифрового телебачення DVB-T2. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання цифрового телебачення DVB-T2. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
3. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT».

- International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
4. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
  5. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  7. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
  8. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  9. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
  10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobaev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
  11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  12. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
  13. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
  14. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
  15. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхусейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  16. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
  17. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
  18. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
  19. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
  20. Смірнов О.А., Дреева Г.М., Дреев О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральнотрапівський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
  21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova, K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).

УДК 004

Є.Молчанюк, магістр гр. КН-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕНЬ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень. Об'єктом дослідження є процес стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень. Предметом дослідження є методи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** У цей час методи цифрової обробки сигналів, що використовують у своїй роботі методи вейвлет-обробки, одержали широке поширення. Це пояснюється тими можливостями, які забезпечують вейвлет-функції, і в першу чергу, частотною й часовою локалізацією. Вейвлети й засновані на них вейвлет-перетворення були запропоновані на початку 1990-х років на основі модифікованих алгоритмів роботи з банками фільтрів [1-6] і в наступний час інтенсивно розвивалися. Великий внесок у розробку теоретичних основ вейвлетів внесли Мейер (Meyer), Добеши (Daubechies) і Маллат (Mallat), що опублікували перші теоретичні роботи в цьому напрямку. Основна маса книг і статей в області вейвлет-перетворень опублікована за рубежом. У Україні інтерес у вейвлетам активізувався трохи пізніше – у середині 1990-х років. Незважаючи на те, що основна робота Добеши (Daubechies) відноситься до початку 1990-х років, українською мовою вона вперше з'явилася тільки в 2001 році. Саме на цей часовий інтервал і доводиться публікація українською мовою ряду основних матеріалів по вейвлетам. Це перевідні роботи Чуй К., Уелстїда С., Блатера К. і роботи вітчизняних авторів (наприклад, Короновський А.). Але до виходу у світ зазначених фундаментальних українськомовних матеріалів, робота вітчизняних дослідників будувалася на базі закордонних матеріалів і невеликих вітчизняних статей. Особливо хочеться відзначити прекрасну оглядову статтю, орієнтовану на тих, хто тільки почав займатися цим предметом і які інтересуються його застосуванням, з демонстрацією вейвлет-перетворень деяких сигналів, опубліковану в журналі УФН в 1996 р. (автор Астафьева Н.М.), і яка викликала широкий інтерес до теми вейвлетів. У ній розглянуті безперервні вейвлет-перетворення, що дають наочне й видовищне подання результатів аналізу сигналу у вигляді локальних мінімумів і максимумів і скелетоних графіків вейвлет-коефіцієнтів. У цей час опубліковані сотні книг і тисячі статей по вейвлетам, що відрізняються різним підходом до центральної теми. Інтерес викликає робота Перебіна А.В., де розкриті питання про систематизацію термінології вейвлет-перетворень. Вейвлет-фільтри являють собою окремий випадок реалізації банків фільтрів, тому розвиток теорії банків-фільтрів у цей час також визначає й розвиток напрямку вейвлетів. У зв'язку із цим хочеться відзначити внесок вітчизняних учених у розвиток цього напрямку (Миронов У.Г, Чобану М.К. і ін.)

При розгляді більшості алгоритмів, пов'язаних з вейвлетами, обробка одномірних сигналів і зображень зводиться до фільтрації. Теоретичні дослідження, що стосуються подання вейвлет-аналізу сигналів за допомогою процедури фільтрації з використанням звичайних цифрових фільтрів, проведені ще на початку 1990-х років. Наприклад, основним критерієм, якому повинен задовольняти цифровий фільтр, що претендує на використання при вейвлет-обробці – це властивість квадратурно-дзеркальності. Властивості й деякі питання синтезу квадратурно-дзеркальних фільтрів викладені в роботах. У зв'язку із простотою подання вейвлет-аналізу в рамках теорії цифрових фільтрів, і з огляду на великий обсяг матеріалу, накопичений з питань подання й синтезу одномірних і багатомірних цифрових фільтрів, у дисертації виклад матеріалу й проведення різних досліджень у рамках вейвлет-перетворень виконано з позицій цифрової фільтрації. При цьому використовувався матеріал по цифровій фільтрації, представлений у роботах Хеммінга Р. Каппеліні В., Гольденберга Л.М. і ін.

Одними з найважливіших об'єктів дослідження в даній роботі є параметризація й синтез одномірних і двовимірних вейвлет-функцій.

Наявність деяких ступенів волі при визначенні одномірного вейвлету (а особливо двовимірних вейвлетів) дозволяє розраховувати вейвлет-функції з різними наперед заданими частотними й часовими властивостями. Використання вейвлет-функцій з різною частотною вибірковою дозволяє розширити застосовність вейвлетів і використовувати їх у завданнях погодженої фільтрації, розпізнавання образів (наприклад, при розпізнаванні різних примітивів – дуг, ліній). У цей час інтерес до вейвлет-функцій зі специфічними властивостями зріс. Це пояснюється розширенням області застосування вейвлетів і повнотою дослідження властивостей і застосувань класичних вейвлет-функцій.

Питання параметризації вейвлетів у літературі викладені з позицій параметризації банків фільтрів шляхом конкретизації. До основних робіт відносяться роботи Зоу (Zou H.) і Поллена (Pollen D.). Однак слід зазначити, що представлені роботи стосуються питань параметризації одномірних вейвлет-функцій. Так само до них можна звести параметризацію й роздільних двовимірних вейвлет-функцій, а для подання двовимірних нероздільних вейвлет-функцій потрібний уже інший математичний апарат. Питання параметризації двовимірних нероздільних вейвлет-функцій також є одним з об'єктів дослідження в дисертації. Основне використання їх – у завданнях обробки зображень.

Методи оптимізації вейвлет-функцій і адаптивного вибору коефіцієнтів вейвлет-розкладання є в завданнях стиску, які доповнюють друг друга. При використанні в розкладанні різних вейвлет-функцій, виходять різні набори коефіцієнтів вейвлет-перетворення й до кожного з наборів застосовні методи "оптимізації нуль-дерев". Основне питання адаптивного вейвлет-перетворення, розглянутий у дисертації – оптимізація частотної вибіркової ВФ. При стиску зображень за допомогою вейвлетів оптимізація частотної вибіркової вейвлет-фільтру є первинною стадією обробки, наступні стадії – відбір і нерівномірне квантування коефіцієнтів розкладання – спрямовані на оптимізацію подання результатів першої стадії. Тому в першу чергу робота спрямована на оптимізацію вейвлет-функцій і набір результатів, що представляються, орієнтований на зіставлення з результатами обробки, отриманими при використанні інших методів оптимізації.

Один з напрямків вейвлет-обробки пов'язане з розпізнаванням образів. У рамках даного напрямку також представлені роботи, пов'язані з оптимальним вибором вейвлет-фільтрів під різні критерії. Наприклад, у роботі [2] проведено дослідження впливу різних критеріїв вейвлет-фільтру – гладкості, лінійності фазочастотної характеристики (ФЧХ) – на точність розпізнавання текстури зображення й у рамках конкретного критерію представлений вибір оптимального вейвлет-фільтру. У рамках цього напрямку хочеться відзначити роботи Донохо [3, 5-6], що є продовженням теорії вейвлет-перетворення й присвячені синтезу особливих функцій бімлетів (Beamlets), ріджлетів (Ridglets), що відрізняються лінійною частотно-часовою локалізацією й ортогональністю розкладання. Основна перевага їх досягається в завданнях розпізнавання ліній, дуг у зображеннях з



високим рівнем шуму (особливо якщо потужність шуму в рази перевищує потужність зображення).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень.
- Дослідження системи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень.
- Програмна реалізація системи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень.

*Об'єктом дослідження* є процес стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень.

*Предметом дослідження* є методи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень.

*Методи дослідження* базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Стиснення зображень є дуже важливою темою практики. Він має величезне застосування в теорії інформації [1], прикладному гармонічному аналізі [2] та обробці сигналів.

Стиснення зображення – це процес зменшення кількості даних, необхідних для представлення певного обсягу інформації, шляхом використання надмірності всередині даних. Загальними надмірностями є міжпіксельна надмірність, психовізуальна надмірність і статистична надмірність [3].

Існує кілька методів, які можна використовувати для стиснення зображень, як-от дискретне косинусне перетворення (DCT) і перетворення вейвлет-алгоритму. DCT працює, розділяючи зображення на частини з різними частотами. Під час ступінчастого квантування, де зазвичай відбувається часткове стиснення, менш важливі частоти відкидаються, отже, використовується термін «з втратами». Потім лише найважливіші частоти використовуються для відновлення процесу стиснення зображення. У результаті реконструйоване зображення містить деякі спотворення, але цей рівень спотворень можна регулювати на етапі стиснення. На реконструйованому зображенні нижче є деяка втрата якості; його можна чітко розпізнати, хоча майже 85% коефіцієнтів DCT було відкинуто.

Зображення містять велику кількість інформації, яка потребує великої смуги пропускання, великого простору для зберігання та тривалого часу передачі. Тому вкрай важливо стиснути зображення, зберігаючи лише важливу інформацію, необхідну для реконструкції зображення.

Зображення можна розглядати як матрицю значень пікселів (або інтенсивності). Щоб стиснути зображення, необхідно використати надлишки, наприклад, області, де між значеннями пікселів є незначна зміна або взагалі немає. Тому велика надмірність виникає в зображеннях, які мають великі площі однорідного кольору, і, навпаки, зображення, які мають часті та значні зміни кольору, будуть менш надмірними та їх важче стискати. Загалом, у системі стиснення зображення вейвлет-перетворення є три основні етапи: перетворення, квантування та ентропійне кодування. Деквантування є єдиною іншою частиною процесу декодування, за якою слідує зворотне перетворення для наближення вихідного зображення.

Щоб стиснути зображення, можна використовувати вейвлет-аналіз, щоб розділити інформацію зображення на підсигнали наближення та деталізації. Підсигнал наближення показує загальну тенденцію значень пікселів, а три підсигнали деталей показують горизонтальні, вертикальні та діагональні деталі або зміни в зображенні. Якщо ці деталі дуже малі, їх можна обнулити, не змінюючи істотно зображення. Значення, нижче якого деталі

вважаються достатньо малими, щоб встановити їх на нуль, називається порогом. Чим більше число нулів, тим більшого стиснення можна досягти. Кількість інформації, яку зберігає зображення після стиснення та декомпресії, називається збереженою енергією, і вона пропорційна сумі квадратів значень пікселів. Якщо збережена енергія становить 100%, то стиснення вважається без втрат, оскільки зображення можна точно реконструювати. Це відбувається, коли порогове значення встановлено на нуль, тобто деталь не була змінена. Якщо будь-які значення змінюються, енергія буде втрачена, і це називається стисненням із втратами. В ідеалі під час стиснення кількість нулів і збереження енергії будуть якомога вищими. Однак у міру отримання більшої кількості нулів втрачається більше енергії, тому потрібно знайти баланс між ними.

### **Вейвлети**

Вейвлети – це функції, які дозволяють аналізувати дані сигналів або зображень відповідно до масштабів або роздільної здатності. Обробка сигналів за допомогою хвильового алгоритму фактично працює так само, як і людина; або як цифрова камера обробляє візуальні шкали роздільної здатності та проміжні деталі. Але той самий принцип також фіксує сигнали мобільного телефону та навіть оцифровані кольорові зображення, які використовуються в медицині.

Хвильові сигнали реально використовуються в цих областях, наприклад, для апроксимації даних із різкими розривами, такими як уривчасті сигнали, або зображення з великою кількістю країв.

Хоча вейвлети є, можливо, одним із розділів теорії функцій, ми показуємо, що алгоритми, які дають результат, є ключем до обробки чисел, точніше, оцифрованої інформації, сигналів, часових рядів, нерухомих зображень, фільмів, кольорових зображень тощо.

Таким чином, застосування ідеї вейвлету включає велику частину обробки сигналів і зображень, стиснення даних, кодування відбитків пальців і багато інших галузей науки та техніки.

Ця робота зосереджена на обробці кольорових зображень з використанням спеціально розроблених вейвлет-алгоритмів і математичних порогових фільтрів. Незважаючи на те, що нещодавно було опубліковано чимало статей про операторську теорію вейвлетів, існує потреба в роботі, який пояснює деякі прикладні тенденції з нуля для теоретиків-операторів. Вейвлети є дуже міждисциплінарним предметом і він черпає ключові шляхи ідей із зовнішнього світу. Ми прагнемо окреслити різноманітні зв'язки між геометрією простору Гільберта та обробкою зображень.

Як працюють вейвлети в обробці зображень, аналогічно тому, як працюють наші очі. Залежно від місця спостереження можна по-різному сприймати ліс. Якщо ліс спостерігати з вершини хмарочоса, він буде спостерігатися як зелений; якщо це було помічено в машині, що рухається, це буде спостерігатися як дерева в лісі, що блимають, таким чином дерева тепер розпізнаються. Тим не менш, якщо це спостерігатиме хтось із нових, хто насправді ходить навколо нього, тоді можна буде спостерігати більше деталей дерев, таких як листя та гілки, і, можливо, сім мавп на вершині кокосової пальми. Крім того, витягнувши збільшувальне скло, можна навіть спостерігати текстуру дерев та інші дрібні деталі, які не можуть сприйняти голі люди.

WaveletImageProcessing дає змогу комп'ютерам зберігати зображення в багатьох масштабах роздільної здатності, таким чином розкладаючи зображення на різні рівні та типи деталей і наближаючи його до різних значень роздільної здатності. Отже, роблячи можливим масштабування для отримання більшої кількості деталей дерев, залишають і навіть мавпу на вершині дерева. Wavelets дозволяють одному стискати зображення, використовуючи менше пам'яті. простір із більшою кількістю деталей зображення.

Перевага розкладання зображень на наближені та деталізовані частини полягає в тому, що можна виділяти та маніпулювати даними з певними властивостями. Завдяки цьому можна визначити, чи потрібно зберігати більш конкретні деталі. Наприклад, зберігати більше

вертикальних деталей замість того, щоб зберігати всі горизонтальні, діагональні та вертикальні деталі зображення, яке має більше вертикальних аспектів. Це дозволило б зображенню втратити певну кількість горизонтальних і діагональних деталей, але не вплинуло б на людське сприйняття зображення.

Як математично показано зображення можна розкласти на наближені, горизонтальні, вертикальні та діагональні деталі. Виконано  $N$  рівнів розкладання. Після цього на складеному зображенні виконується квантування, де на різних компонентах може бути виконане квантування, таким чином максимізуючи кількість необхідних деталей та ігноруючи «небажані» деталі. Це робиться за допомогою порогового значення, коли деякі значення коефіцієнтів для пікселів із зображень «викидаються» або встановлюються на нуль, або на матриці зображення використовується певний ефект «згладжування». Цей процес використовується в JPEG2000.

Весь процес стиснення хвильового зображення виконується наступним чином: комп'ютер отримує вхідне зображення, виконується пряме вейвлет-перетворення на цифровому зображенні, виконується порогове значення для цифрового зображення, ентропійне кодування виконується на зображенні, де це необхідно, тому стиснення зображення виконується на комп'ютері. Потім зі стисненим зображенням виконується реконструкція вейвлет-перетвореного зображення, а потім на зображенні виконується зворотне хвильове перетворення, таким чином зображення реконструюється. У деяких випадках використовується алгоритм нульового дерева [Sha93], і відомо, що він має краще стиснення за допомогою алгоритму нульового дерева, але тут його не було реалізовано.

#### **Розробка структурної схеми**

Стиснення зображення на основі вейвлет-перетворення полягає у застосуванні вейвлет-алгоритму до декомпозиції зображення з різною роздільною здатністю та досягненні стиснення зображення шляхом кодування отриманих вейвлет-коефіцієнтів. Спочатку на зображенні виконується багаторівнева вейвлет-розкладка для отримання відповідних вейвлет-коефіцієнтів. Потім кожен шар вейвлет-коефіцієнтів квантується, щоб отримати об'єкти квантованих коефіцієнтів. Нарешті, об'єкти квантованих коефіцієнтів кодуються для отримання результатів стиснення. У цьому документі використовується вейвлет Хаара як основа вейвлету, вибирається 2-рівнева шкала розкладання, виконується вейвлет-перетворення, стискається реконструйоване зображення, встановлюючи порогове значення, і обчислюється співвідношення розміру файлу та значення PSNR до та після стиснення. Функція вейвлет-реконструкції використовує матрицю коефіцієнтів, інформацію про розмірність і тип бази вейвлетів, отримані шляхом вейвлет-декомпозиції, для виконання вейвлет-реконструкції. Вибирається метод встановлення глобального порогу, і високочастотні вейвлет-коефіцієнти фільтруються пороговими значеннями для досягнення стиснення перед операцією реконструкції, а потім стиснене зображення отримується за допомогою вейвлет-реконструкції.

Після того, як зображення пройшло вейвлет-перетворення із заданим масштабом, більша частина енергії зосереджена в дробовій частині коефіцієнтів вейвлет-розкладання. Коефіцієнти інших частин встановлюються постійними шляхом встановлення порогу, і лише кілька коефіцієнтів розкладання зберігаються для представлення всього зображення. Результати експерименту показують, що простір для зберігання стисненого зображення значно зекономлено, а стиснене зображення не змінюється. візуально значно відрізняється від вихідного зображення.

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. На ній показано структуру стиску та розтиснення з використанням вейвлет-перетворень.

Що стосується методології, то спочатку в систему вбудовується вихідне зображення. Потім система перетворить зображення на зображення у градаціях сірого, щоб мінімізувати розмір диска. Зображення у відтінках сірого переходить до вейвлет-перетворення на першому, другому та третьому рівнях декомпозиції рівнів. Для цього аналізу зображення трансформується до 3 рівнів. Метою цього перетворення є розділення інформації на

підсигнал. Потім система квантує зображення. Результатом є вейвлет-стиснуте зображення, де розмір стисненого зображення зменшено, але якість зображення цілком подібна до оригінального зображення.

Метою етапу трансформації є перетворення зображення в трансформовану область у кореляції, і ентропія може бути нижчою, а енергія може бути зосереджена в невеликій частині трансформованого зображення. Етап квантування призводить до втрати даних, оскільки він зменшує кількість бітів коефіцієнтів перетворення. Коефіцієнти, які не роблять значного внеску в загальну енергію або візуальний вигляд зображення, представлені невеликою кількістю бітів або відкидаються, тоді як коефіцієнт у протилежному випадку квантується точніше. Це такі операції для зменшення візуальної надмірності вхідного зображення. Ентропія знаходиться в кінці всього процесу кодування. Він призначає найменшу кількість бітових кодових слів для вихідних значень, що найчастіше зустрічаються, і більшість бітових кодових слів для малоймовірних виходів. Це зменшує надмірність кодування і, таким чином, зменшує розмір результуючого бітового потоку.

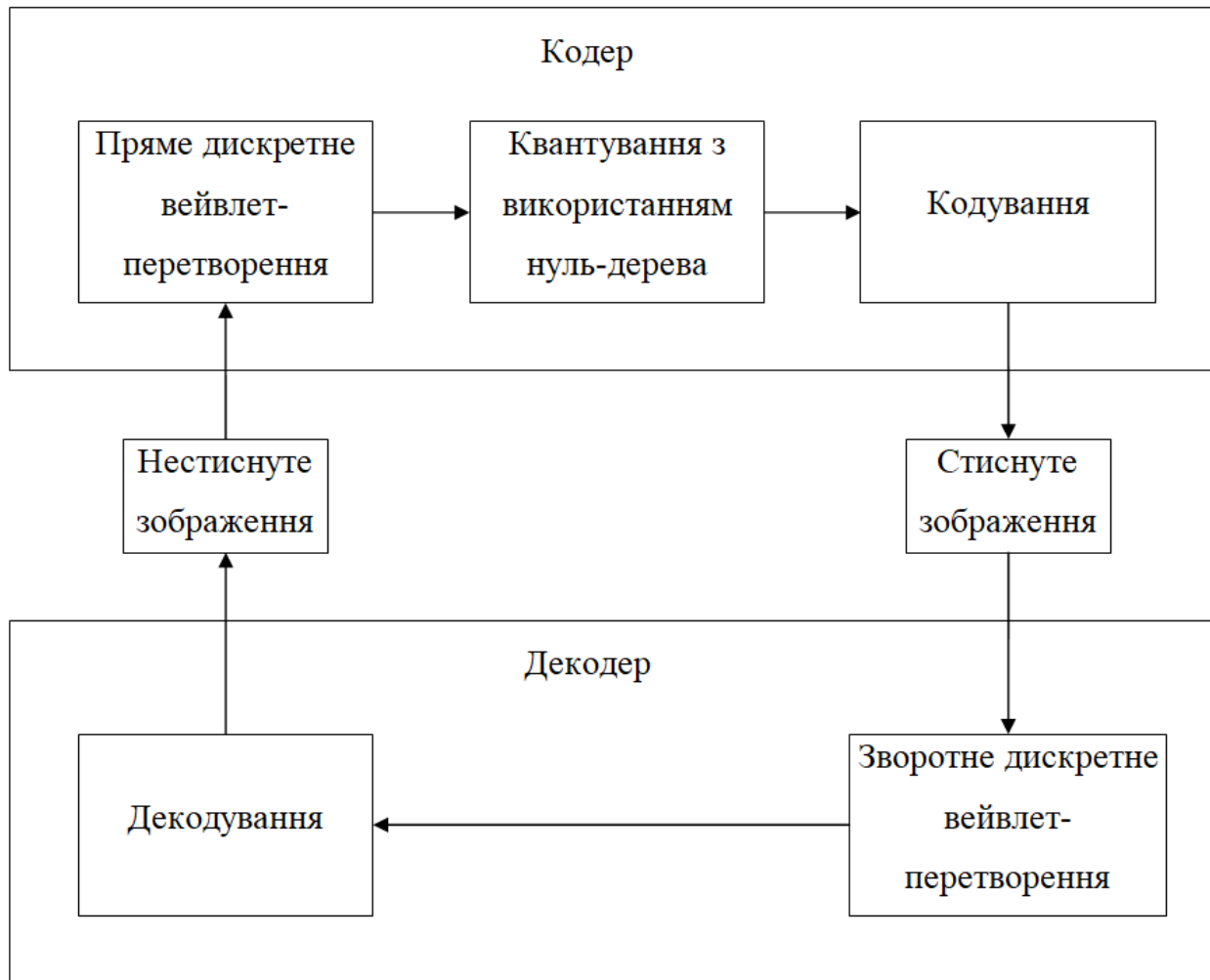


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Як висновки, із проведеного аналізу чітко видно, що використання алгоритму вейвлетів Хаара для стиснення зображення може підтримувати якість зображення, забезпечує високу продуктивність стиснення та мінімізує обсяг даних, щоб вони могли ефективно передаватись. Також зазначається, що для зображення у форматі JPG його можна зменшити майже наполовину оригінального зображення за допомогою вейвлет-алгоритму Хаара. Тоді як для зображень у форматі PNG його можна зменшити лише до чверті оригінального розміру зображення. Це пов'язано з тим, що зображення JPG використовує

тип стиснення з втратами, що погіршує якість і інформацію зображення після виконання багаторазового стиснення. Для зображень у форматі PNG використовується стиснення без втрат, тобто при багаторазовому стисненні цього зображення все одно зберігається якість і інформація зображення. Одним із обмежень цієї системи є те, що вона не підтримує зображення розміром більше 1024x1024.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень; Досліджена система стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
2. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
4. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudo-random sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
12. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
13. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes».



- International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  16. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
  20. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
  21. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New Technique for Hiding Data in Cover Images Using Adaptively Generated Pseudorandom Sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2732, 2020, Pages 214-227.
  22. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
  23. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  24. Т.В. Смірнова, О.М. Дреєв, О.А. Смірнов «Хмарна інформаційна система оцінювання шорсткості з використанням дискретного частотного аналізу макрофотографій». IV міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп’ютерні технології”, м. Кропивницький. 15-16 квітня 2021р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 30.

УДК 004

В.Огер, магістр гр. КІ-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СТИСНЕННЯ ТА РЕЗЕРВНОГО ДУБЛЮВАННЯ ДАНИХ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи стиснення та резервного дублювання даних. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи стиснення та резервного дублювання даних. Об'єктом дослідження є процес стиснення та резервного дублювання даних. Предметом дослідження є методи стиснення та резервного дублювання даних. Методи дослідження базуються на методах теорії надійності, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи стиснення та резервного дублювання даних. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Система стиснення та резервного дублювання даних, яка розроблена у даній роботі, забезпечує механізми стиснення та дедуплікації даних. Стиснення даних і дедуплікація дозволяють зменшити трафік, що надходить через мережу та дисковий простір, необхідний для зберігання файлів резервних копій і файлів реплік віртуальних машин.

Стиснення даних зменшує розмір створених файлів, але впливає на тривалість процедури резервного копіювання або реплікації. Система дозволяє вибрати один із таких рівнів стиснення:

– Не рекомендується використовувати рівень стиснення, якщо ви плануєте зберігати файли резервних копій і файли-репліки віртуальної машини на пристроях зберігання, що підтримують апаратне стиснення та дедуплікацію. Вимкнене стиснення може знизити продуктивність через збільшення обсягу даних для передачі.

– Рівень стиснення, сприятливий для дедуплікації, рекомендований для деяких пристроїв зберігання даних із дедуплікацією та під час використання зовнішніх прискорювачів WAN.

– Оптимальний рівень стиснення – це рекомендований рівень стиснення. Він забезпечує найкраще співвідношення між стисненням і продуктивністю, найменше використання ЦП резервного проксі та найшвидше відновлення.

– Високий рівень стиснення забезпечує до 60% додаткового скорочення даних порівняно з оптимальним рівнем стиснення за рахунок удвічі більшого використання ЦП і удвічі повільнішого відновлення.

– Екстремальний рівень стиснення забезпечує до 33% додаткового скорочення обсягу даних порівняно з високим рівнем стиснення за рахунок 5-кратного використання ЦП.

– Для завдання резервного копіювання. Авто – рекомендований рівень стиснення для завдань резервного копіювання. Виберіть цей рівень, щоб використовувати параметри стиснення скопійованих файлів резервної копії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи стиснення та резервного дублювання даних.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи стиснення та резервного дублювання даних.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем стиснення та резервного дублювання даних.
- Дослідження системи стиснення та резервного дублювання даних.
- Програмна реалізація системи стиснення та резервного дублювання даних.

*Об'єктом дослідження* є процес стиснення та резервного дублювання даних.

*Предметом дослідження* є методи стиснення та резервного дублювання даних.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії надійності, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

### **Виклад основного матеріалу**

#### **Зміна параметрів стиснення даних**

Ви можете змінити параметри стиснення даних для наявних завдань. Після зміни налаштувань вам не потрібно буде створювати нові повні резервні копії, щоб використовувати нові налаштування. Система автоматично застосує новий рівень стиснення до щойно створених файлів резервної копії після того, як ви збережете налаштування. Це не вплине на створені раніше файли резервних копій.

Однак, якщо ви використовуєте метод зворотного інкрементного резервного копіювання, щойно створені файли резервної копії міститимуть суміш блоків даних, стиснутих на різних рівнях. Наприклад, у вас є завдання резервного копіювання, яке використовує метод зворотного інкрементного резервного копіювання та оптимальний рівень стиснення. Після кількох сеансів роботи ви змінюєте рівень стиснення на Високий. У зворотних ланцюгах інкрементного резервного копіювання файл повної резервної копії перебудовується з кожним сеансом завдання, щоб включити нові блоки даних. У результаті файл повної резервної копії міститиме суміш блоків даних: блоки даних, стиснуті на оптимальному рівні, і блоки даних, стиснуті на високому рівні. Така ж поведінка стосується синтетичних повних резервних копій: синтетичні повні резервні копії, створені після зміни рівня стиснення, міститимуть суміш блоків даних, стиснених на різних рівнях.

Якщо ви хочете, щоб новостворений файл резервної копії містив блоки даних, стиснуті на одному рівні, ви можете створити активну повну резервну копію. Система отримає дані для всього образу віртуальної машини з робочої інфраструктури та стисне його на новому рівні стиснення. Усі наступні файли резервних копій у ланцюжку резервних копій також використовуватимуть новий рівень стиснення.

#### **Дедуплікація**

Дедуплікація даних зменшує розмір файлів. Якщо ввімкнено дедуплікацію даних, Система не зберігає в отриманому файлі ідентичні блоки даних і простір, які були попередньо виділені, але не використані.

Ми рекомендуємо ввімкнути дедуплікацію даних, якщо ваші завдання резервного копіювання містять кілька віртуальних машин із великою кількістю вільного місця на логічних дисках або віртуальних машин із подібними блоками даних – наприклад, віртуальні машини, створені з одного шаблону. Однак зауважте, що дедуплікація даних може знизити продуктивність роботи.

Система використовує Data Movers для дедуплікації даних віртуальної машини:

- Data Mover на стороні джерела дедуплікує дані віртуальної машини на рівні дисків віртуальної машини. Перш ніж Data Mover на стороні джерела почне обробку диска віртуальної машини, він отримує дайджести для попередньої точки відновлення в ланцюжку резервного копіювання від Data Mover на цільовій стороні. Data Mover на стороні джерела об'єднує цю інформацію з інформацією СВТ з гіпервізора та фільтрує дані диска віртуальної машини на її основі. Якщо певний блок даних існує в попередній точці відновлення цієї віртуальної машини, Data Mover на стороні джерела не транспортує цей блок даних до цілі.

Крім того, у випадку тонких дисків Data Mover на стороні джерела пропускає нерозподілений простір.

– Data Mover на цільовій стороні дедуплікує дані віртуальної машини на рівні файлу резервної копії. Він обробляє дані для всіх дисків віртуальних машин усіх віртуальних машин у завданні. Data Mover на цільовій стороні використовує дайджести для виявлення ідентичних блоків даних у транспортованих даних і зберігає лише унікальні блоки даних у файлі резервної копії.

Ви можете змінити налаштування дедуплікації даних для наявних завдань. Після зміни налаштувань вам не потрібно буде створювати нові повні резервні копії, щоб увімкнути або вимкнути дедуплікацію. Система автоматично застосує зміни до щойно створених файлів резервної копії після того, як ви збережете налаштування. Це не вплине на створені раніше файли резервних копій.

### Оптимізація зберігання

Щоб оптимізувати роботу та використання сховища, Система дозволяє вибрати мінімальний розмір блоку даних для обробки віртуальних машин. Оптимальний розмір блоку даних залежить від типу сховища, яке ви вибрали як цільове, і розміру файлів.

Вибираючи розмір блоку даних, враховуйте такі аспекти:

– Під час читання образу віртуальної машини Система «розбиває» образ віртуальної машини на блоки вибраного розміру. Чим більше блоків даних, тим більше часу потрібно для обробки образу віртуальної машини.

– [Для реплікації та реплікації Cloud Director] Система записує інформацію про кожен блок даних у метадані репліки віртуальної машини, які зберігаються в сховищі резервних копій. Чим більше блоків даних, тим більше метаданих записується в резервне сховище.

– [Для ввімкненого відстеження змінених блоків] Під час виконання додаткових завдань Система використовує СВТ для визначення змінених блоків даних у віртуальній машині. Чим більший розмір знайденого зміненого блоку даних, тим більший обсяг даних буде передано на цільовий сайт.

Неправильно вибраний розмір блоку даних може знизити продуктивність. Наприклад, коли ви дедуплікуєте великий файл резервної копії на невеликі блоки даних, Система створює дуже велику таблицю метаданих дедуплікації, яка потенційно може перерости пам'ять і ресурси ЦП вашого сховища резервних копій. Для великих резервних файлів краще використовувати великі блоки даних.

Система пропонує кілька варіантів оптимізації сховища з різними розмірами блоків. Наступна таблиця допоможе вам вибрати оптимальний варіант відповідно до розміру файлів резервної копії та типу зберігання.

Таблиця 1 – Оптимальний варіант відповідно до розміру файлів резервної копії та типу зберігання

Оптимізація зберігання	Опис
4 МБ (колишня локальна ціль (великі блоки))	Рекомендовано для файлів, розмір яких перевищує 16 ТБ. Цей параметр забезпечує найнижчий коефіцієнт дедуплікації та найбільший розмір додаткових файлів.
1 МБ (попередня локальна ціль)	Рекомендується для резервного копіювання та реплікації в SAN, DAS або локальне сховище. Цей параметр забезпечує найшвидше виконання завдання, але зменшує коефіцієнт дедуплікації, оскільки з більшими блоками даних менше ймовірності знайти ідентичні блоки.
512 КБ (попередня мета LAN)	Рекомендується для резервного копіювання та реплікації на NAS, а також для резервного копіювання та реплікації на місці.

	Цей параметр забезпечує кращий коефіцієнт дедуплікації та зменшує розмір файлу через зменшені розміри блоків даних.
256 КБ (колишня цільова мережа WAN)	Рекомендовано, якщо ви плануєте використовувати WAN для резервного копіювання та реплікації за межами сайту. Цей параметр забезпечує максимальний коефіцієнт дедуплікації та найменший розмір файлів, що дозволяє зменшити обсяг трафіку через WAN.

### **Зміна параметрів оптимізації зберігання**

Ви можете змінити налаштування оптимізації зберігання для наявних завдань. Нові налаштування не вплинуть на раніше створені файли в ланцюжку. Вони будуть застосовані до нових файлів, створених після зміни параметрів.

Щоб Система застосувала нові налаштування, скористайтеся наведеними нижче інструкціями.

#### **Завдання резервного копіювання**

Щоб застосувати нові параметри оптимізації зберігання в завданнях резервного копіювання, ви повинні створити активну повну резервну копію після зміни параметрів оптимізації зберігання. Система використовуватиме новий розмір блоку для активного повного резервного копіювання та подальших файлів резервного копіювання в ланцюжку резервного копіювання.

#### **Завдання резервного копіювання**

Щоб змінити розмір блоку даних для завдань резервного копіювання, необхідно виконати такі дії:

- Змініть розмір блоку даних у параметрах початкового завдання резервного копіювання.
- Створіть активну повну резервну копію з початковим завданням резервного копіювання.
- Створіть активну повну резервну копію за допомогою завдання резервного копіювання.

#### **Моделі вхідного потоку**

Кодування являє собою лише частина процесу впакування. Як було показано, арифметичне кодування має мінімальну надмірність при заданому розподілі символів вхідного потоку. Але який алфавіт вибрати і яким відповідним розподілом скористатися? Відповіді на ці питання дає побудова моделі вхідного потоку, що представляє собою деякий спосіб визначення можливого розподілу ймовірностей появи кожного чергового символу в потоці. Кожного, оскільки статичні моделі (у які розподіл приймається незмінним), у більшості випадків, не дають максимальної якості стиску. Набагато більший інтерес представляють так звані адаптивні моделі, що враховують поточний контекст потоку. Такі моделі дозволяють будувати швидкі однопрохідні алгоритми стиску, не потребуючих апріорних знань про вхідний потік даних і які будують розподіл "на льоту". В окрему групу виділяють також клас "локально адаптивних" алгоритмів, що віддають при побудові розподілу перевага деяким особливим, наприклад, останнім символам, що надійшли.

Можливі різні підходи до цієї проблеми: найпростіший з них – збір статистики появи кожного символу незалежно від інших (моделювання джерелом Бернуллі, при якому ймовірність появи наступного символу не залежить від того, які символи зустрілися перед ним). Можливо, також і використання марковських моделей: збір статистики появи кожного символу в які виробляється з урахуванням деякої кількості попередніх символів, що з'являлися (у марковському джерелі першого порядку ймовірність появи символу залежить тільки від одного останнього символу, другого – від двох і т.д.). Марковські моделі можуть давати більше точну картину джерела, однак число станів у них більше, відповідно до більших буде обсяг збережених таблиць частот. Крім того, при використанні кодування



Хаффмена вони можуть навіть погіршити якість стиску, оскільки породжувані ними ймовірності звичайно гірше наближаються ступенями  $1/2$ .

Звичайно, для системи стиску інформації гарний алгоритм – першочерговий, але не єдине болюче питання. Кінцевому користувачеві, як правило, немає справи до принципів організації функціонування й внутрішньої структури використовуваних їм програм, аби тільки працювали якісно. Під якістю систем стиску прийнято розуміти кілька критеріїв, які визначаються застосуванням при її реалізації й конкретному використанні. Так більшість застосувань необоротного стиску лежить в області технології зберігання графічної інформації – картинки й відео, що, у свою чергу локалізує алгоритм у рамках одного файлу для одного стандарту й характеру вхідного потоку. Однак, на практиці, через економію місця на накопичувачах, виникає необхідність стиску будь-якого файлу (у тому числі й здійсненному модулі). Цю проблему вирішують пакувальники. І, нарешті, проблему стиску декількох файлів і навіть всіх файлів каталогів і дисків вирішують програми – архіватори. Помітимо, що в список можливих завдань архіваторів входить не тільки стиск/добування інформації файлів різних форматів, але й збереження дерева файлової системи, атрибутів файлів, їхніх імен, деякої інформації, що коментує, створення архівів, що саморозпаковуються, архівація зі збереженням кодів циклічного контролю помилок, для гарантії абсолютної відповідності витягнутих файлів вихідним файлам, шифровку даних архіву й архівація з паролем, забезпечення користувача зручним інтерфейсом і ін. Тому, архіватори є однією із самих складних систем програм. У цей час, до перерахованих вище завдань можна побажати наявності деяких необов'язкових, але зручних властивостей і можливостей. Це конфігуруємість пакета, наявність розвиненого віконного інтерфейсу, а не інтерфейсу командного рядка, налаштовуємість на певний тип інформації, збереження параметрів у файлі архіву, створення багатотомних і/або архівів, що самовитягають, і ін. Все це бажано мати при малій довжині файлу архіватора. Між програмами пакувальниками й архіваторами звичайно не є принципових розходжень, однак, пакувальники впаковують інформацію одного файлу в один файл, а архіватори утворюють один файл вихідного потоку, що, втім, може бути автоматично нарізаний на файли рівної довжини для запису на гнучкі диски. Окрему групу становлять програми пакувальники, що займаються стиском здійснених модулів і дисків. Також упакування даних за допомогою алгоритмів стиску використовують системи резервного копіювання, стиску пристроїв (логічних дисків MS-DOS), факс-модемні драйвери й утиліти й ін.

У даний момент на ринку програмних продуктів і серверах програмного забезпечення можна зустріти досить велике число архівуючих і стискаючих утиліт, більшість із яких доступні для некомерційного використання. Така доступність, насамперед, пов'язана з тим, що кожна, навіть комерційна, програма має потребу у великому ринку користувачів. А оскільки формати файлів архіваторів і пакувальників, що навіть використовують той самий алгоритм, не однакові, то такі програми мимоволі конкурують за ринок користувачів. Із цим також зв'язано й те, що підтримка більше популярних форматів файлових архівів починає включатися в інші утиліти й програми й використовувані формати стають стандартними форматами архівів (zip, arj, rar, ha, rak, cab і ін.). Стандартний формат має на увазі виняткову легкість при пошуку програми, необхідної для добування файлів зі стислого стану й підтримку їхніми іншими програмами.

### **Розробка структурної схеми**

Структурно система стиснення та резервного дублювання даних складається з наступних блоків:

#### **1. Блок збереження даних:**

- Створюйте резервні копії зображень, відеозаписів, фільмів, музики, документів і інших файлів.
- Встановіть автоматичний запуск резервного копіювання тоді, коли вам потрібно, навіть якщо в цей час ви не використовуєте комп'ютер.

- Використовуйте будь-які пристрої зберігання інформації, включаючи носії USB, зовнішні жорсткі диски, пристрої NAS і хмарне сховище в Інтернет.
- Не відволікайтеся на створення резервних копій – все відбувається у фоновому режимі.

2. Блок відновлення файлів:

- Якщо ви ненавмисно видалили потрібний файл, можливо переглянути історію збережень і відновити його.
- Відкрийте історію створення резервних копій, скористайтесь попереднім переглядом і виберіть ту версію файлу, що хочете відновити.
- Можливо одержати доступ до ваших файлів у будь-якому місці й у будь-який час через веб-браузер або через мобільний додаток, або хмарне сховище в Інтернет.
- Відновлюйте окремі файли з образів у хмарне сховище в Інтернет.

3. Блок створення повного образу диска ПК:

- Створіть резервну копію диска цілком для наступного відновлення – збережете не тільки файли, але й точну конфігурацію ПК, включаючи операційну систему, додатки й налаштування.
- Збережіть повний образ диска в хмарне сховище в Інтернет.

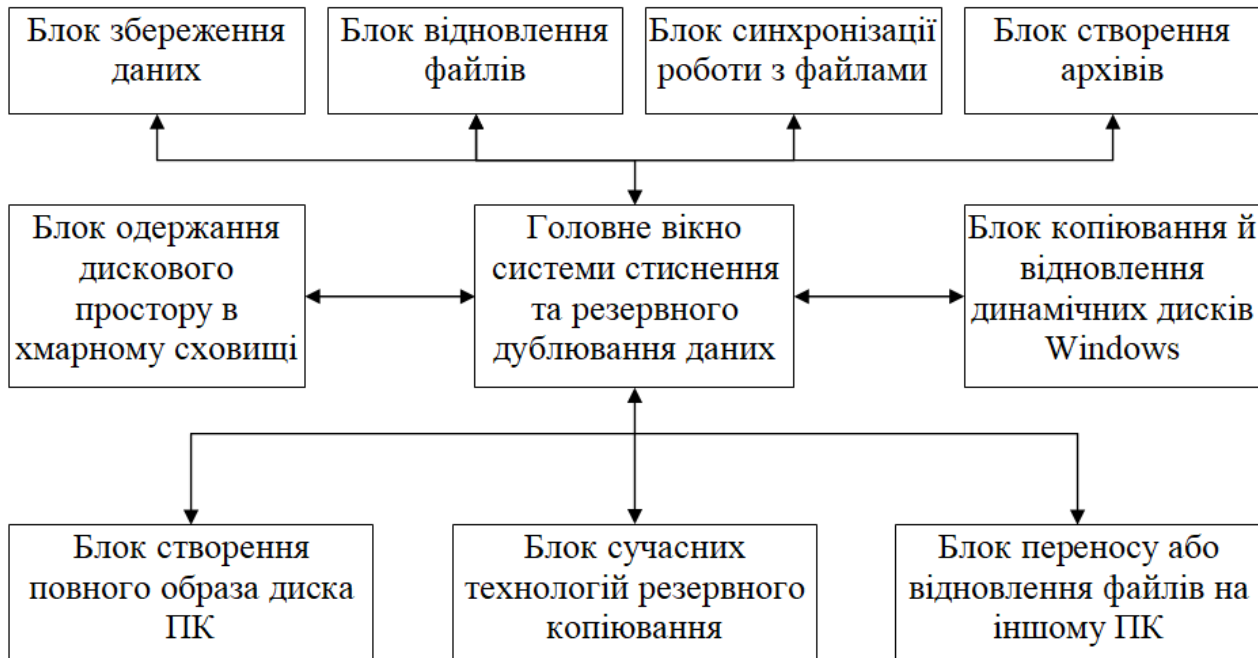


Рисунок 1 – Структурна схема системи

4. Блок одержання дискового простору в хмарному сховищі:

- Зберігайте копії найбільш важливих файлів у нашій надійному й безпечному центрі зберігання даних.
- Можливо одержати доступ до ваших файлів у будь-якому місці й у будь-який час.
- Використовуйте загальний доступ до файлів – відправляйте безпечно посилання на вміст, розміщений у хмарному сховищі.
- Можливо використовувати до п'яти пристроїв (настільні ПК, ноутбуки, планшети, смартфони й т.д.) для роботи із хмарним сховищем в Інтернет.
- Синхронізуйте роботу з файлами на всіх своїх пристроях.

5. Блок сучасних технологій резервного копіювання:

- Налаштуйте створення інкрементних і диференціальних резервних копій так, щоб зберігати тільки зміни з моменту останнього резервного копіювання – так ви заощадите місце на диску.

– Перевіряйте нове встановлене ПЗ й відвідайте будь-які веб-сайти без найменшого ризику – таку можливість дає технологія Try&Decide, що дозволяє вибирати, які зміни ви хочете зберегти на вашім комп'ютері.

– Потужний механізм шифрування AES-256, що відповідає міжнародним стандартам, забезпечує цілісність і недоторканність ваших даних.

6. Блок синхронізації роботи з файлами:

– Обрані файли автоматично додаються на всі ваші ПК і мобільні пристрої щораз при внесенні змін.

7. Блок переносу або відновлення файлів на іншому ПК:

– Відновіть повний образ диска, включаючи операційну систему, додатки, файл і налаштування, на ПК іншого типу або моделі.

– Переносите файли з однієї системи Windows в іншу, у тому числі на нові ПК.

– Відновіть повну конфігурацію системи в середовищі передвстановки Windows (WinPE).

8. Блок копіювання й відновлення динамічних дисків Windows:

– Копіюйте динамічні диски Windows.

– Відновлюйте динамічні томи на жорсткі диски "з нуля" або на попередньо налаштовані динамічні диски.

9. Блок створення архівів.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів стиснення та резервного дублювання даних. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем стиснення та резервного дублювання даних; Досліджена система стиснення та резервного дублювання даних; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи стиснення та резервного дублювання даних. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання стиснення та резервного дублювання даних. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of

- Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
10. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
  11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
  12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
  13. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyzy, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
  17. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
  20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
  22. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
  23. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
  24. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  25. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

Є.Одинцов, магістр гр. КН-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ТА ФІЛЬТРАЦІЇ ДАНИХ ЗІ ЗМІННИХ НОСІЇВ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв. Об'єктом дослідження є процес статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв. Предметом дослідження є методи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв. Методи дослідження базуються на методах захисту інформації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Електронні стеганографічні методи можуть бути використані для кодування сигналу керування керуванням правами в інформаційний сигнал, що передається по незахищеному каналу зв'язку за допомогою змінних носіїв. Стеганографічні методи гарантують, що цифрова керуюча інформація практично непомітно і практично незмивно передається інформаційним сигналом. Ці методи можуть забезпечити наскрізний захист прав керування інформаційним сигналом незалежно від перетворень між аналоговим і цифровим. Електронний пристрій може відновлювати керуючу інформацію та використовувати її для електронного керування правами для забезпечення сумісності з віртуальним середовищем розповсюдження. В одному прикладі система кодує покажчики низької швидкості передачі даних у періоди часу сигналу вмісту з високою пропускнуою здатністю, щоб покращити загальний час читання/пошуку керуючої інформації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв.
- Дослідження системи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв.
- Програмна реалізація системи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв.

*Об'єктом дослідження* є процес статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв.

*Предметом дослідження* є методи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв.

*Методи дослідження* базуються на методах захисту інформації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.



**Виклад основного матеріалу.** Дана робота може забезпечувати віртуальне середовище розповсюдження ("VDE"), в якому електронна керуюча інформація управління правами може бути доставлена через незахищені (наприклад, аналогові) канали зв'язку. Це віртуальне середовище розповсюдження є дуже гнучким і зручним, враховуючи існуючі та нові бізнес-моделі, а також забезпечуючи безпрецедентний ступінь гнучкості в сприянні спеціальному створенню нових домовленостей і відносин між електронною комерцією та учасниками ланцюга створення вартості – незалежно від того, чи вміст розповсюджується в цифрові та/або аналогові формати.

Дана робота додатково забезпечує наступні важливі та переваги:

- Незмивна та невидима безпечна техніка для надання інформації про керування правами.

- Незмивний метод зв'язування елементів електронної комерції та/або керування правами з аналоговим вмістом, таким як фільми, відео та звукозаписи.

- Постійний зв'язок елементів керування торгівлею та/або керуванням правами з вмістом від одного кінця системи розповсюдження до іншого – незалежно від кількості та типів перетворень між форматами сигналізації (наприклад, з аналогового на цифровий і з цифрового на аналоговий).

- Можливість вказати правила управління правами «без копіювання/одна копія/багато копій», а також більш складні моделі прав і ціноутворення транзакцій (такі як, наприклад, «оплата за перегляд» та інші).

- Можливість повної та бездоганної інтеграції з комплексними загальними електронними рішеннями для керування правами (такими як ті, що розкриті в патентній специфікації Гінтера та інших, згаданих вище).

- Безпечна доставка керуючої інформації в поєднанні з авторизованими аналоговими та іншими нецифровими та/або незахищеними механізмами доставки інформаційних сигналів.

- Можливість забезпечувати більш складні та/або більш гнучкі правила комерції та/або керування правами під час переходу вмісту з аналогової до цифрової сфери й назад.

- Гнучка здатність передавати правила торгівлі та/або керування правами, які впроваджують нові, оновлені чи додаткові бізнес-моделі, авторизованим аналоговим та/або цифровим пристроям.

Коротко кажучи, у цих роботах використовується «стеганографія» для фактично незмивного та практично непомітного кодування керування правами та/або правил електронної комерції та контролю в інформаційному сигналі, такому як, наприклад, аналоговий сигнал або оцифрована (наприклад, дискретизована) версія аналоговий сигнал.

Грецький термін «стеганографія» стосується різних методів секретного спілкування «прихованого письма», які дозволяють надійно передавати важливі повідомлення незахищеними каналами зв'язку. Ось кілька прикладів стеганографії:

У стародавній Персії важливе повідомлення колись було витатуйовано на поголеній шкірі голови довіреного посланця. Потім посланець дозволив своєму волоссю відростити, повністю приховавши повідомлення. Коли посланець дістався місця призначення, він знову збрив волосся, відкривши секретне повідомлення, щоб одержувач міг прочитати його на поголеній шкірі посланця. Див. Kahn, David, *The Codebreakers*, сторінка 81 і далі. і сторінка 513 і далі. (Макміллан 1967). Ця незвичайна техніка приховування повідомлення є однією з ілюстрацій «стеганографії».

Інша «стеганографічна» техніка кодує секретне повідомлення в іншому, звичайному повідомленні. Наприклад, повідомлення «Hey Elmer, Lisa Parked My Edsel» кодує секретне повідомлення «HELP ME» – перша літера кожного слова повідомлення, що утворює літери секретного повідомлення («Hey Elmer, Lisa Parked My Edsel»). Варіанти цієї методики можуть забезпечити додатковий захист, але основна концепція та сама – знайти спосіб приховати секретне повідомлення в інформації, яка може або буде надіслана незахищеним каналом.

Невидимі чорнила – це ще одна широко використовувана техніка «стеганографії». Секретне повідомлення пишеться за допомогою спеціального зникаючого або невидимого чорнила. Повідомлення можна написати на чистому аркуші паперу або, як правило, на зворотному чи лицьовому боці аркуша паперу, на якому міститься звичайний або законний лист або інше письмове повідомлення. Одержувач виконує спеціальний процес над отриманим документом (наприклад, піддає його хімічному або іншому процесу, який робить невидимі чорнила видимими), щоб він чи вона могли прочитати повідомлення. Будь-хто, хто перехопить папір, не зможе виявити таємне повідомлення – або навіть знати, що воно там – якщо перехоплювач не знає, що потрібно шукати невидиме повідомлення, а також не знає, як поводитися з папером, щоб зробити невидиме чорнило видимим

У цих роботах використовується стеганографія, щоб гарантувати, що закодована керуюча інформація є як практично невидимою, так і практично незмивною, коли вона проходить по незахищеному каналу зв'язку. На приймальній стороні захищений надійний компонент (наприклад, захищене середовище обробки, описане в Ginter та ін.) відновлює стеганографічно закодовану керуючу інформацію та використовує відновлену інформацію для керування електронними правами (наприклад, на аналоговому або іншому інформаційні сигнали, що передаються по одному каналу).

Один конкретний аспект, наданий цією роботою, включає стеганографічне кодування інформації керування цифровими правами в інформаційний сигнал, такий як, наприклад, аналоговий або оцифрований телевізійний, відео- або радіосигнал. Процес стеганографічного кодування по суті нерозривно переплітає цифрову керуючу інформацію з зображеннями, звуками та/або іншим вмістом, який несе інформаційний сигнал, але переважно без помітного погіршення або іншого впливу на ці зображення, звуки та/або інший вміст. Може бути важко виявити (навіть за допомогою освічених методів обробки сигналів), що аналоговий сигнал був стеганографічно закодований за допомогою контрольного сигналу керування правами, і може бути важко усунути стеганографічно закодований керуючий сигнал без руйнування або погіршення іншої інформації чи вмісту сигнал несе.

Дана робота також забезпечує безпечно, надійне захищене середовище обробки для відновлення стеганографічно закодованого керуючого сигналу з інформаційного сигналу та для забезпечення процесів керування правами на основі відновленого стеганографічно закодованого керуючого сигналу. Це дозволяє повністю інтегрувати (і зробити сумісним) механізм доставки інформаційного сигналу з цифровим віртуальним середовищем розповсюдження та/або іншою електронною системою керування правами.

Відповідно до ще одного аспекту, наданого цією роботою, стеганографічно закодована керуюча інформація управління цифровими правами може використовуватися разом із скремблованим і/або зашифрованим інформаційним сигналом. Скремблювання та/або шифрування можна використовувати для забезпечення управління правами, наданого відповідно до стеганографічно закодованої інформації керування керуваннями правами. Наприклад, керуючий сигнал може бути стеганографічно декодований і використаний для контролю, принаймні частково, за яких обставин і/або як інформаційний сигнал повинен бути дешифрований і/або дешифрований.

Відповідно до ще однієї ознаки, наданої винаходом, цифрові сертифікати можуть використовуватися для безпечного забезпечення дотримання стеганографічно закодованої інформації керування правами.

Відповідно до ще однієї ознаки, наданої винаходом, стеганографія використовується для кодування інформаційного сигналу з інформацією управління правами у формі однієї або більше захищених організаційних структур, пов'язаних з електронними засобами керування. Електронні засоби керування можуть, наприклад, визначати дозволені та/або необхідні операції з вмістом, а також наслідки виконання та/або невиконання таких операцій. Організаційна(-і) структура(-и) може(-ють) ідентифікувати, неявно чи явно, вміст, до якого застосовуються електронні елементи керування. Організаційна(і) структура(и) також може визначати обсяг контенту та семантику контенту.

Тип, обсяг і характеристики стеганографічно закодованої інформації керування правами є гнучкими та програмованими, забезпечуючи багатий, різноманітний механізм для розміщення широкого спектру схем керування правами. Інформацію про керування можна використовувати для безпечного застосування простих наслідків безпечного керування правами, наприклад елементів керування типу «копіювання/без копіювання/одна копія», але жодним чином не обмежується такими моделями. Навпаки, даний винахід може бути використаний для того, щоб увімкнути та застосувати набагато багатші, складніші моделі керування правами, включаючи, наприклад, такі, що включають аудит використання, автоматичні електронні платежі та використання додаткових електронних мережеских з'єднань. Крім того, механізми контролю керування правами, надані цією роботою, можна нескінченно розширювати та масштабувати - повністю адаптувати майбутні моделі, коли вони комерційно розгортаються, зберігаючи при цьому повну сумісність з різними (і, можливо, більш обмеженими) моделями керування правами, розгорнутими на попередніх етапах.

Організаційна(і) структура(и) може бути стеганографічно закодована таким чином, щоб вона була захищена з метою забезпечення секретності та/або цілісності. Застосовувані стеганографічні методи можуть забезпечувати певний ступінь захисту секретності або інші методи безпеки (наприклад, цифрове шифрування, цифрові печатки тощо) можуть бути використані для забезпечення бажаного або необхідного рівня безпеки та/або захисту цілісності стеганографічно закодованої інформації.

В одному прикладі організаційна(і) структура(и) може включати цифрові електронні контейнери, які безпечно містять відповідну цифрову електронну керуючу інформацію. Такі контейнери можуть, наприклад, використовувати криптографічні методи. В інших прикладах організаційна(і) структура(и) може визначати асоціації з іншою електронною керуючою інформацією. Інша електронна керуюча інформація може надаватися незалежно через той самий або інший шлях зв'язку, який використовується для доставки організаційної структури(-й).

В одному прикладі використовувані стеганографічні методи можуть передбачати застосування інформації про організаційну структуру у формі високочастотного "шуму" до аналогового інформаційного сигналу. Спектральні перетворення можуть бути використані для застосування та відновлення такого стеганографічно закодованого високочастотного "шуму". Оскільки високочастотні шумові компоненти інформаційного сигналу можуть бути по суті випадковими, додавання псевдовипадкового стеганографічно закодованого компонента керуючого сигналу може практично не призвести до помітного погіршення інформаційного сигналу, і його може бути важко видалити після введення (принаймні без додаткових знань про як сигнал був включений, який може містити спільний секрет).

Відповідно до іншого аспекту, передбаченого винаходом, процес стеганографічного кодування аналізує інформаційний сигнал, щоб визначити, яка надлишкова смуга пропускання доступна для стеганографічного кодування. Процес стеганографічного кодування може використовувати кодування зі змінною швидкістю передачі даних, щоб застосувати більше керуючої інформації до частин інформаційного сигналу, які використовують набагато менше, ніж уся доступна смуга пропускання каналу зв'язку, і застосувати менше керуючої інформації до частин інформаційного сигналу, які використовують майже всі доступної пропускну здатності каналу зв'язку.

Відповідно до ще одного аспекту, наданого винаходом, численні організаційні структури можуть бути стеганографічно закодовані в межах даного інформаційного сигналу. Кілька організаційних структур можуть застосовуватися до різних відповідних частин інформаційного сигналу, і/або численні організаційні структури можуть бути повторами або копіями одна одної, щоб гарантувати, що електронний пристрій має «пізній вхід» і/або здатність виправляти помилки та/або може швидко знайти відповідну організаційну структуру (структури), починаючи з будь-якої довільної частини потоку інформаційного сигналу.

Відповідно до ще одного аспекту, передбаченого цією роботою, організаційна структура може бути стеганографічно закодована в конкретній частині інформаційного сигналу, що несе вміст, до якого застосовується організаційна структура, таким чином встановлюючи неявну відповідність між організаційною структурою та ідентифікацією та /або обсяг і/або семантика інформаційного вмісту, до якого застосовується організаційна структура. Кореспонденція може, наприклад, включати явні компоненти (наприклад, внутрішньо визначені початкові/кінцеві точки), зі сховищем або іншим фізичним зв'язком, визначеним для зручності (тобто може мати сенс розмістити організаційну структуру поблизу місця її використання, щоб не шукати носій інформації, щоб знайти його).

Відповідно до ще одного аспекту, забезпеченого цією роботою, покажчики можуть бути стеганографічно закодовані в частини потоку інформаційного сигналу, який має невелику надлишкову доступну смугу пропускання. Такі вказівники можуть використовуватися, наприклад, для спрямування електронного пристрою на частини потоку інформаційного сигналу, які мають більш доступну смугу пропускання для стеганографічного кодування. Такі покажчики можуть забезпечувати покращений час доступу до стеганографічного декодування - особливо, наприклад, у програмах, у яких потік інформаційних сигналів зберігається або іншим чином доступний на основі довільного доступу.

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. З метою вдосконалювання теоретичної бази проведений загальний аналіз стеганографічних методів і алгоритмів, використовуваних на справжній момент у програмних засобах схованої передачі електронних документів, з використанням змінних носіїв. Досліджено специфічні уразливості програмних засобів і систем схованої передачі електронних документів. Уведено загальну класифікацію атак на стеганографічні системи зв'язку залежно від використовуваних для проведення атак уразливостей. Крім того велика увага приділена також і сучасним моделям стеганографічних систем зв'язку, представленим у різних публікаціях і узагальненим за результатами аналізу існуючого програмного забезпечення.

У результаті проведеного аналізу відомих методів, моделей систем і програмних засобів виявлені наступні загальні недоліки існуючих рішень в області стеганографічного методу збереження конфіденційності інформації:

- відсутність загальних єдиних підходів і пророблених базових рішень до побудови стеганографічних систем;
- низька стійкість до різних методів стеганоаналізу;
- низька стійкість до руйнуючих впливів;
- низька перешкодозахищеність;
- сильна залежність ступеня скритності від особливостей контейнера;
- відсутність методів оцінки рівня надійності й докази стійкості до атак пасивного злоумисника;
- слабкість застосовуваних алгоритмів перетворення повідомлень;
- складність перебудови стеганографічних алгоритмів залежно від використовуваного ключа приховання;
- складність побудови надійних систем із симетричними й відкритими ключами;
- загальна надійність систем сильно залежить від обсягів приховуваної інформації.

Комерційне використання програмних засобів ЗІ крім іншого накладає додаткові обмеження, що стосуються в першу чергу забезпечення можливості широкого поширення програмних продуктів.

Таким чином, для стеганографічних методів методу збереження конфіденційності інформації в системах електронного документообігу з використанням змінних носіїв першорядними стають питання забезпечення теоретичної й практичної стійкості. Найбільш перспективним у цьому напрямку, з огляду на сучасний стан теоретичної бази, бачиться побудова гібридних систем схованої передачі електронних документів на основі щільної

взаємодії або навіть синтезу методів криптографії й стеганографії. За результатами проведених досліджень пропонується сформулювати вимоги до криптографічного й стеганографічного алгоритмів, розробити методи й алгоритми їхнього узгодження, проробити відповідну теоретичну базу. Крім того, з огляду на малу пропрацьованість питань, що стосуються стеганографічних методів методу збереження конфіденційності інформації й ефективної протидії методам стеганоаналізу, пропонується приділити їм першорядне значення.

Проведений аналіз показав, що всі відомі методи стеганоаналізу мають певні границі застосовності, чутливості й вірогідності результатів. На справжній момент існує реальна можливість побудови стеганографічних методів, які мали би абсолютну стійкість до відомих методів аналізу, тобто були б не виявляемі.

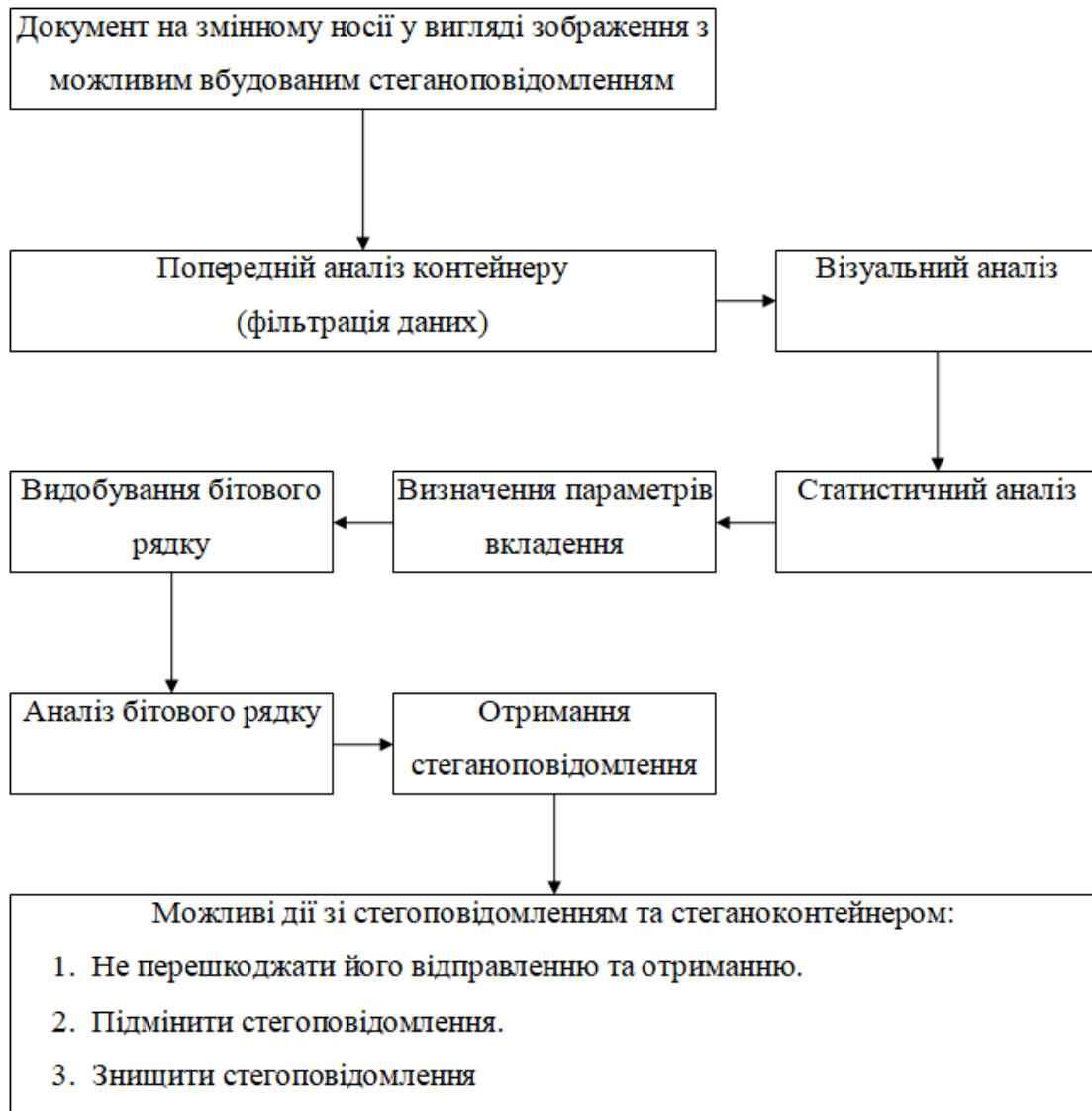


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Цікавим фактом є те, що з урахуванням деяких обмежень ряд існуючих стеганографічних методів є, що виявляються не при вбудовуванні зверхмалих обсягів інформації. Даний факт обумовлений тим, що навіть найсучасніші методи аналізу мають певні пороги чутливості. Так, якщо після вбудовування повідомлення аналізовані показники контейнера перебувають у межах припустимих погрішностей, він буде прийнятий за порожній. Крім зазначених висновків за результатами аналізу в першій частині були також сформульовані пропозиції по протидії сучасним методам стеганоаналізу.



Дані пропозиції рекомендується враховувати при побудові нових стеганографічних методів.

Криптостеганографічною системою будемо називати систему схованої передачі інформації на відкритих каналах зв'язку, засновану на спільному застосуванні криптографічних алгоритмів, стеганографічних методів, а також алгоритмів узгодження вхідних і вихідних даних зазначених алгоритмів і методів.

Криптографічна частина (E, D) забезпечує криптографічне закриття (попереднє шифрування) переданих повідомлень. Відповідає за перетворення переданих повідомлень до псевдовипадкового виду з рівномірним розподілом.

Стеганографічна частина (S) здійснює безпосереднє приховання й добування переданих даних, що пройшли процедуру попереднього шифрування, у контейнерах з С.

Алгоритми узгодження (MT) забезпечують узгодження криптографічної й стеганографічної частин системи по вхідним і вихідним даним. Відповідають за пряме приведення й зворотнє перетворення отриманих з виходу криптографічної частини даних до двійкових послідовностей, аналогічним по своїх статистичних властивостях двійковим послідовностям, що витягається з порожніх контейнерів.

Модель криптостеганографічної системи представлена на рисунку 1. Для даної моделі криптостеганографічної системи зв'язку розглянуті можливості зловмисника по виявленню схованого каналу й добуванню схованих повідомлень. Показано, що при виконанні ряду вимог до компонентів системи успішна атака на системи даного виду можлива лише у випадку успішної атаки на криптографічні алгоритми. Тобто стійкість системи до атак пасивного зловмисника визначається стійкістю до злomu криптографічної частини.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв; Досліджена система статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kandy, S., Smirnov, O., Ulianovska, Y., Kobylanska, O. «Heuristic Search for Nonlinear Substitutions for Cryptographic Applications». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023. vol 180. Springer, Cham. pp. 288-298.
2. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 93-105.
3. Kuznetsov O., Frontoni E., Kuznetsova Ye., Smirnov O., Chevardin V. «Achieving Enhanced Security in Biometric Authentication: A Rigorous Analysis of Code-Based Fuzzy Extractor». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3624, 2023, pp. 330-339.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
5. Kuznetsov, O., Kandy, S., Frontoni, E., Smirnov, O. «Trade-offs in Post-Quantum Cryptography: A Comparative Assessment of BIKE, HQC, and Classic McEliece». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3504, 2023, pp. 1-11.
6. Smirnov, O., Neskoriyeva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriyeva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022,
7. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, KL., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp.

21-34.

8. Smirnov O.A., Al-Oraiqat A.M., Ulichev O.S., Meleshko Ye.V., Al-Rawashdeh H.S., Polishchuk L.I. «Modeling strategies for information influence dissemination in social networks». *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* Volume 13, Issue 5. Springer, Cham. 2022, pp. 2463-2477.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Girzheva O., Kiian A., Nakisko O., Kuznetsova T. «Advanced Code-Based Electronic Digital Signature Scheme». 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020, Kharkiv, 6 October 2020-9 October 2020, P. 358-362.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova K. «Data hiding scheme based on spread sequence addressing». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2805, 2020, Pages 44-58.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
15. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
16. Smirnov O., Kuznetsov A., Arischenko A., Chepurko I., Onikiychuk A., Kuznetsova T. «Pseudorandom sequences for spread spectrum image steganography». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 122-131.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
18. Smirnov O., Lutsenko M., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T., «Biometric cryptosystems: overview, state-of-the-art and perspective directions». *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 152. Springer, Cham. 2021, pp 66-84.
19. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudo-random sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
20. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Babenko V., Perevozova I., Chepurko I. «New Approach to the Implementation of Post-Quantum Digital Signature Scheme». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 166-171.
21. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
22. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
23. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
24. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*. Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
25. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.

УДК 004

**М.Петленко, магістр гр. КН-22МЗ***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інформаційної системи підприємства. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи інформаційної системи підприємства. Об'єктом дослідження є процес інформаційної системи підприємства. Предметом дослідження є методи інформаційної системи підприємства. Методи дослідження базуються на методах побудови інформаційних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи інформаційної системи підприємства. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Інформаційна система підприємства (ІСП) – це тип інформаційної системи, яка шляхом інтеграції покращує функції бізнес-процесів підприємства. Зазвичай це означає надання вищої якості послуг, роботу з великими даними та здатність підтримувати деякі великі та складні організації/підприємства. ІСП може бути корисним для підвищення продуктивності бізнесу, скорочення циклів надання послуг, циклу розробки продукту та життєвого циклу маркетингу, і, отже, повинен використовуватися всіма частинами та всіма рівнями підприємства. Його також можна використовувати для об'єднання існуючих програм. Наявність належної ІСП дозволяє підприємствам і організаціям підвищити ефективність роботи та скоротити витрати. Тоді як фінансова цінність не є загалом прямим результатом впровадження ІСП.

ІСП має динамічний характер. ІСП приймає зміни зі змінами в процесі управління бізнесом. Він надає коригувальний метод у системі для ефективного контролю за змінами потреб в інформації шляхом постійної взаємодії з внутрішнім і зовнішнім середовищем бізнесу. Людські та комп'ютерні ресурси в об'єднаній формі визначають інформаційну систему підприємства. ІСП надає важливу інформацію членам організації від працівників нижчого рівня до керівництва вищого рівня. ІСП забезпечує підтримку збору, зберігання, отримання, передачі та використання даних для ефективного планування, виконання та управління бізнес-операціями. Більшість організацій можуть використовувати ІСП, щоб зробити свої бізнес-процеси ефективними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інформаційної системи підприємства.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інформаційної системи підприємства.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем інформаційної системи підприємства.
- Дослідження системи інформаційної системи підприємства.
- Програмна реалізація системи інформаційної системи підприємства.

*Об'єктом дослідження* є процес інформаційної системи підприємства.

*Предметом дослідження* є методи інформаційної системи підприємства.

*Методи дослідження* базуються на методах побудови інформаційних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Структура ІСП представляє загальний дизайн потоку інформації для прийняття корпоративних рішень.

### **Концептуальна структура**

Описує існуючу або плановану інформаційну систему. Кожна функціональна підсистема розділена на чотири частини обробки інформації: обробка транзакцій, оперативний контроль, управлінський контроль і стратегічне планування. Кожна функціональна підсистема зберігає та використовує деякі унікальні файли даних. Там також є деякі загальні файли, якими можуть спільно користуватися підсистеми. Для структурування цих файлів використовується загальна система керування базами даних. Для кожної функціональної підсистеми пишуться спеціальні прикладні програми. Функціональні підсистеми мають посилання на деякі загальні програми, які забезпечують багато функцій. Багато аналітичних моделей і моделей прийняття рішень можуть використовуватися багатьма додатками. Це є основою для інформаційної системи.

### **Фізична структура**

Фізична структура корпоративної інформаційної системи являє собою інтегровану обробку та використання спільних модулів. Інтегрована обробка відноситься до процесу проектування численних взаємопов'язаних програм як окремої системи, так що взаємозв'язки в системі спрощуються, а дублювання вхідних даних зводиться до мінімуму. Інтегрована система завжди долає функціональні обмеження. Конструкцію інформаційної системи часто називають модульною, оскільки вона складається з різних типів модулів. Модуль являє собою невеликий набір інструкцій обробки. Кілька модулів використовуються один раз у певній програмі, тоді як деякі використовуються в багатьох програмах. Модулі, що використовуються в інформаційній системі, можна писати та тестувати незалежно. Це забезпечує більш ефективний підхід до обслуговування шляхом розпізнавання функціональних меж модуля, що змінюється. На фізичну структуру ІСП впливає використання загальних модулів кожного разу для кількох операцій обробки, оскільки модуль перевірки вхідних даних може використовуватися для кожної програми. Нижче наведено проблеми, пов'язані зі структурою ІСП:

– Організації зосереджуються на використанні формальних публічних систем. Офіційні публічні системи добре задокументовані, відомі відповідним особам і доступні всім уповноваженим особам в організації. Оскільки системи є публічними, витрати на розробку розподіляються між багатьма користувачами. Якщо нова особа на посаді приєднується до організації, офіційні публічні системи забезпечують необхідну інформаційну підтримку для належного функціонування на цій посаді.

– Непрактично розробити повністю інтегровану систему, а також важко підтримувати таку систему. Таким чином, Enterprise Information System розроблено за модульним принципом з інтеграцією лише там, де це необхідно.

– Структура корпоративної інформаційної системи не дає детальної інформації про онлайн-взаємодію користувача з системою. Він являє собою єдину підтримку для різних дій, пов'язаних з роботою та управлінням системою.

### **Роль ІСП**

ІСП покращує загальне функціонування підприємства шляхом інтеграції та координації їхніх бізнес-процесів на міцній основі. ІСП може використовуватися всіма частинами та всіма рівнями підприємства. Він надає підприємству технологічну платформу для реалізації різноманітних процесів. Корпоративна інформаційна система забезпечує єдину систему, яка є центральною для організації, яка забезпечує обмін інформацією між усіма функціональними рівнями та ієрархіями управління. Його можна використовувати для об'єднання існуючих програм. ІСП найкраще підходить для великого бізнесу з великою кількістю рухомих частин, тоді як ефективність його роботи перевищує витрати на впровадження. Більшість підприємств у сфері виробництва, дистрибуції, будівництва та



інших промислових послуг використовують певний вид ІСП для керування виробництвом, фінансами, ланцюгом постачання та продажами. Але це не означає, що це погано для малого бізнесу. Крім того, малий бізнес зобов'язаний попередньо ретельно провести аналіз витрат і вигод. Правильне та ретельне впровадження ІСП може значно покращити внутрішню логістику компанії. Але слід пам'ятати, що це не гарантує миттєвого успіху. Ретельне планування та належна оцінка необхідні, щоб отримати найкращу віддачу. Якщо робота може бути виконана відповідно до функцій, які пропонує система, потреб користувачів і загальних цілей компанії, переваги цієї системи можна буде побачити в прибутку компанії протягом багатьох років.

### **Інформаційна система**

Інформаційна система визначається як добре структурована група людей, апаратного забезпечення, програмного забезпечення, комунікаційних мереж і ресурсів даних. Ці ресурси відповідають за збір, перетворення та розповсюдження інформації в організації.

Інформаційні системи використовують різні типи інформаційних технологій для надання допомоги бізнес-експертам, наприклад комп'ютерне обладнання, програмне забезпечення, мережі зв'язку та керування ресурсами даних. Технології комп'ютерного обладнання включають мікрокомп'ютери, мейнфрейми, сервери, а також пристрої введення, виведення та зберігання. Програмні технології включають операційну систему, різні веб-браузери та інше програмне забезпечення на основі програм. Технології комунікаційних мереж включають канали зв'язку, програмне забезпечення, необхідне для забезпечення дротового та бездротового доступу, а також Інтернет, інтранет та екстранет. Технології керування ресурсами даних включають програмне забезпечення керування базами даних для розробки, доступу та підтримки організаційних баз даних.

### **Типи інформаційних систем**

Організації використовують різні типи інформаційних систем для задоволення своїх потреб. Класифікацію різних типів інформаційних систем для організації можна здійснити за такими категоріями:

- Система автоматизації офісу.
- Система обробки транзакцій.
- Система підтримки прийняття рішень.
- Система виконавчої інформації.
- Система бізнес-експертів.

### **Система автоматизації офісу**

Система автоматизації офісу допомагає автоматизувати загальні офіційні роботи, такі як керування та організація документів у різних формах, таких як текст, зображення, презентація PowerPoint, файл Word тощо. Це не відіграє важливої ролі в процесі прийняття рішень. Зазвичай люди канцелярського рівня використовують системи автоматизації офісу.

### **Система обробки транзакцій**

Система обробки транзакцій записує транзакції, які виконуються щодня. Наприклад, система обробки транзакцій банку містить операції депозитів і зняття коштів. Системи обробки транзакцій відіграють важливу роль у кожній організації, оскільки вони надають вхідні дані, необхідні для різних інших систем. Наприклад, це допомагає створювати щомісячні звіти про продажі та надавати важливу маркетингову інформацію керівництву. Організація стикається з катастрофічною ситуацією в разі збою в системі обробки транзакцій.

### **Інформаційна система підприємства**

Система підтримки прийняття рішень Системи підтримки прийняття рішень допомагають людям на рівні керівництва організації аналізувати дані та приймати важливі рішення. Вони використовують інформацію з внутрішніх джерел, таких як системи обробки транзакцій та інформаційні системи управління, і зовнішні джерела, такі як поточні ціни на продукцію конкурентів. Вони зручні та інтерактивні.



### **Виконавча інформаційна система**

Виконавча інформаційна система забезпечує підтримку керівництва вищого рівня для прийняття рішень. Виконавча інформаційна система робить судження та оцінює нестандартні рішення, оскільки не існує попередньо визначеної процедури для прийняття таких рішень. Керівна інформаційна система скорочує час і зусилля, необхідні для отримання цінної для керівників інформації, фільтруючи, стискаючи та ефективно відстежуючи важливі дані. Виконавча інформаційна система менш аналітична, ніж система підтримки прийняття рішень. Він забезпечує узагальнене обчислювальне середовище, а не спеціальне програмне забезпечення.

### **Бізнес-експертна система**

Бізнес-експертна система – це система, заснована на знаннях. Він працює як експерт-консультант і надає експертні поради користувачам. Прикладами є системи моніторингу й керування процесом, а також системи діагностичного обслуговування.

### **Декомпозиція**

Важко зрозуміти складну систему в цілому. Таким чином, необхідно розкласти його на окремі функціональні системи. Виробнича організація може розкласти інформаційні системи на наступні функціональні системи:

- Система продажів і маркетингу.
- Система виробництва.
- Система логістики.
- Система фінансів і бухгалтерського обліку.
- Система людських ресурсів.
- Система вищого менеджменту.

### **Система продажів і маркетингу**

Система продажів і маркетингу забезпечує підтримку виконання оперативні дії, такі як працевлаштування та навчання торгового персоналу, регулярне планування продажів і рекламних завдань, а також регулярний аналіз продажів за регіоном, типом продукту, клієнтом тощо. Транзакції, що обробляються, є замовленнями на продаж замовлення на просування тощо. На рівні управління він порівнює загальну ефективність продукту з маркетинговим планом. Система продажів і маркетингу допомагає стратегічно розробити план нових маркетингових стратегій і дослідити нові ринкові можливості шляхом аналізу клієнтів і конкурентів, а також інших факторів.

### **Виробнича система**

Виробнича система обробляє транзакції, такі як виробничі замовлення, замовлення на складання тощо. Вона відповідає за оперативну діяльність, як-от планування та розклад завдань, пов'язаних із виробництвом, найм персоналу, необхідного для виробництва, перевірку якості та технічне обслуговування, а також звіти про ефективність покоління. На управлінському рівні він допомагає менеджерам ефективно створювати зведені звіти про ефективність, щоб менеджери могли приймати правильні рішення. Це дозволяє менеджерам розробляти альтернативні стратегії, такі як розміщення нових заводів або використання нових технологій для досягнення довгострокової мети.

### **Логістична система**

Транзакції логістичної системи пов'язані із закупівлею, інвентаризацією, виробництвом, доставкою та виставленням рахунків. На операційному рівні логістична система виконує такі дії, як закупівля, управління запасами та розподіл, а також підтримує звіти, що містять таку інформацію, як минулі неоплачені закупівлі та відвантаження, список товарів, яких немає в наявності та надлишок, доходи від запасів та звіти про ефективність постачальника та постачальника. Логістична система допомагає організації правильно використовувати запаси. Він використовується для аналізу та розробки нових планів розповсюдження та нової політики для постачальників, а також стратегій «робити проти покупки».

### **Система фінансів і бухгалтерського обліку**

Відповідальність фінансової функції полягає в управлінні фінансовими активами організації, такими як готівка, запаси та надання позик клієнтам для отримання максимального прибутку. Бухгалтерський облік охоплює діяльність, пов'язану з підтримкою фінансових звітів організації, таких як звіти про доходи та баланси, і керування ними, а також підготовку бюджету та аналіз витрат. Транзакції, що підлягають обробці, – це продажі, виставлення рахунків, чеки, переміщення запасів тощо. Система фінансів і бухгалтерського обліку створює звіти, що містять інформацію про помилки та винятки, переривання під час обробки та необроблені транзакції. Управлінський контроль системи фінансів і бухгалтерського обліку передбачає порівняння бюджетної вартості з реальною вартістю фінансових активів плюс вартість обробки даних бухгалтерського обліку. Ця система також відповідає за планування довгострокової фінансової стратегії та політики щодо зменшення впливу податків і бюджету.

### **Система людських ресурсів**

Відповідальність системи людських ресурсів полягає в тому, щоб визначити потенційних працівників, найняти та навчати нового персоналу, організувати програми розвитку особистості та навичок та вести записи кожного працівника. Система людських ресурсів стосується оперативних заходів, таких як зайнятість, навчання, припинення інформаційної системи підприємства, зміни зарплати та надання пільг. Ця система допомагає керівництву у створенні звітів про ефективність та аналізу відхилень між запланованою та реальною ефективністю щодо кількості найманого персоналу, витрат на працевлаштування та навчання, виплату зарплати та інших витрат. Система людських ресурсів стратегічно стосується оцінки інших стратегій щодо працевлаштування, навчання, оплати та засобів, що надаються працівникам, щоб утримати цінних працівників, необхідних для досягнення організаційних цілей.

### **Система вищого управління**

Ця система реагує на запити та приймає рішення, отримуючи доступ до бази даних або отримуючи інформацію від інших систем організації. Він охоплює оперативні заходи, такі як підготовка графіків зустрічей, підтримка листування та контактних файлів. Ця система допомагає вищому керівництву для оцінки ефективності функцій інших систем. На стратегічному рівні він забезпечує силу для бізнесу шляхом розробки та виконання планів гарантії основних ресурсів.

### **Елементи інформаційної системи**

Кожна інформаційна система вимагає деяких ресурсів. Ці ресурси необхідні для зйомки та зберігання вхідних даних, обробки їх та проведення інших контрольних заходів для перенесення даних у корисні інформаційні продукти. Основними елементами інформаційної системи є:

– Апаратне забезпечення: це стосується комп'ютерних систем та периферійних пристроїв.

– Програмне забезпечення: воно включає системне програмне забезпечення, програмне забезпечення та процедури. Прикладами є програмне забезпечення для обробки текстових систем операційних систем та процедура введення даних.

– Дані: Для організації, зберігання та доступу до даних інформаційних систем використовуються різні технології, такі як бази даних, склади даних та дані MART.

– Люди: Особи зобов'язані обробляти та контролювати операції інформаційних систем. Людські ресурси включають кінцевих користувачів та фахівців. Кінцеві користувачі використовують інформаційну систему. Наприклад, клієнти, службовці, менеджери тощо. Фахівці розробляють інформаційну систему. Наприклад, системні аналітики, розробники програмного забезпечення тощо.

– Мережа: мережеві ресурси відносяться до середовища зв'язку, такі як двожилийний провід, коаксіальний кабель, волоконно-оптичний кабель та бездротові медіа та мережі, такі

як Інтернет, інтранет та екстранет. Для підтримки функціональних можливостей комунікаційної мережі використовуються різні апаратні, програмні та технології даних.

### **Розробка структурної схеми**

Діяльність будь-якого підприємства або організації супроводжується обробкою й переміщенням великої кількості інформації. І від швидкості обробки й передачі інформації прямо залежить успіх діяльності підприємства (час – гроші).

Прискорити цю роботу можна тільки за рахунок застосування технічних засобів. Але тут керівника підприємства підстерігає одна, досить розповсюджена помилка – придбання й установка дорогого встаткування, витрати на впровадження не дають бажаного результату.

Справа в тому, що встаткування й програмні засоби для інформаційної системи підприємства – це всього лише набір інструментів. Тільки повне подання про тім як, і які завдання будуть вирішуватися з використанням цих інструментів, може дати позитивні результати при впровадженні інформаційної системи.

### **Типова структура**

Інформаційна система підприємства являє собою листовий пиріг, де кожний шар забезпечує функціонування наступних перед ним шарів:

- Виконавчий шар – набір завдань, рішення яких забезпечує ефективну роботу підприємства.
- Прикладний шар – набір прикладного програмного забезпечення, безпосередньо застосовуваного для обробки ділової інформації.
- Системний логічний шар – системне програмне забезпечення, що забезпечує функціонування фізичного шару, механізми обміну інформацією, розмежування прав доступу, і т.п.
- Фізичний шар – устаткування, кабельні мережі, канали передачі даних.

Для шарів 2, 3 і 4 можливе застосування готових типових проектів, зі змінами під конкретні вимоги замовника (локальна мережа підприємства).

### **Етапи створення системи**

Реалізація системи звичайно починається з етапу проектування виконавчого шару, але для цього на підприємстві повинна бути створена модель документообігу й визначені функції кожного виконавця в цій моделі.

Звичайно модель документообігу тісно зв'язана зі структурою підприємства. На основі моделі документообігу проектується виконавчий шар. Визначити, що повинне входити у виконавчий шар системи – це і є основна завдання проектування виконавчого шару. Виконавчий шар може формуватися на підприємстві самотужки, можливо із залученням сторонніх фахівців.

Інші шари проектуються послідовно один за одним, на основі вихідних даних попереднього шару. І якщо на підприємстві немає досвіду проектування й будівництва в даній області, то для економії засобів і часу має сенс звернутися до сторонніх спеціалізованих організацій, що зарекомендували себе в проведенні подібних робіт.

### **Типовий проект системного шару системи**

Основна проблема проектування цього шару системи полягає в тому, яку платформу вибрати за основу. Будемо розглядати тільки платформи на процесорі Intel, тому що інші системи не знайшли в нас широкого поширення. У цей час із відомих мережних платформ на ринку представлені наступні:

- Microsoft Windows.
- Open Enterprise Server.
- Різновиди Unix.

Кожна з перерахованих систем має свої достоїнства й недоліки. Зупинимося як приклад на платформі Microsoft Windows, як найпоширенішої. Серія, що просувається на ринок, Windows Server 2022 має у своєму складі повний перелік продуктів, необхідних для побудови мережі будь-якої складності, і легко адаптується з мережами на інших платформах.

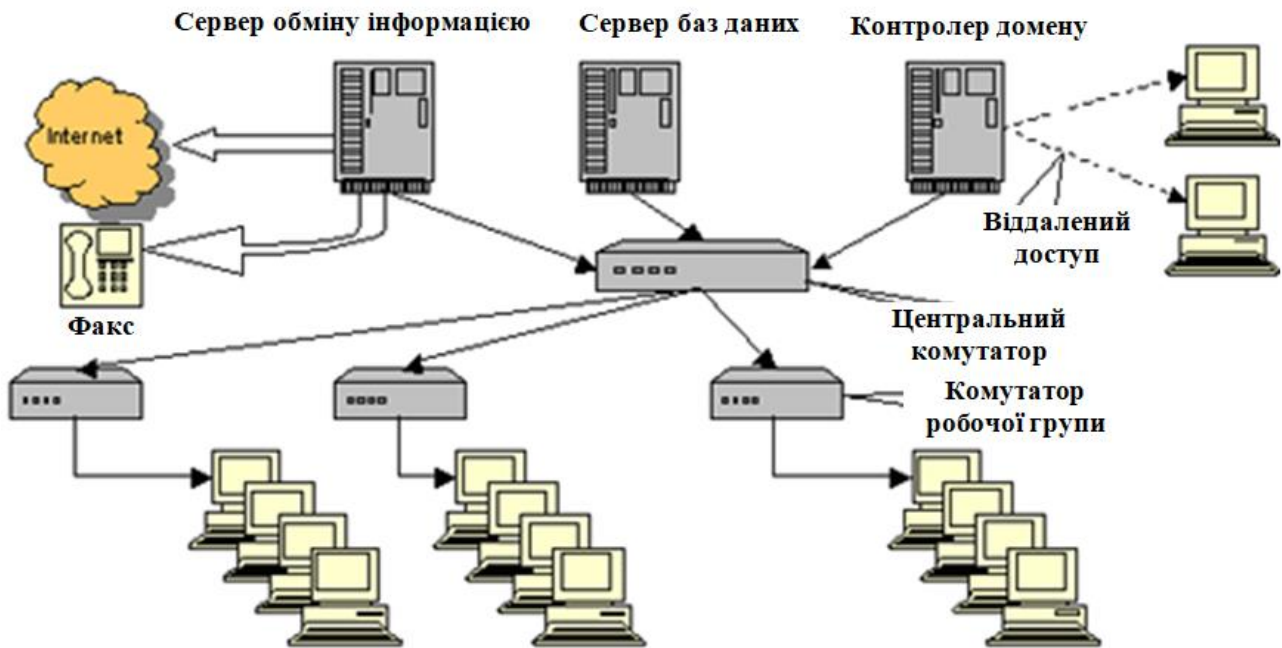


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Даний типовий проект легко адаптується під будь-які вимоги, і перекриває практично всі потреби в інформаційному забезпеченні, і дозволяє взаємодіяти з іншими аналогічними системами.

#### Прикладний шар системи

Фактично цей шар визначає ті прикладні програмні засоби, за допомогою яких вирішуються завдання по обміні й обробці інформації. Звичайно на підприємстві використовуються програми автоматизації бухгалтерського обліку, складського обліку. Рідше застосовуються системи фінансового планування, кадрового обліку, автоматизації роботи підрозділів постачання й збуту. Однак, часто буває, що використовувані програми автоматизації не сумісні між собою, і як наслідок не дозволяють повністю автоматизувати документообіг на підприємстві.

Існують комплексні системи, що покривають всі потреби підприємства. Вартість таких систем значно вище, ніж окремих програм, строки їхнього повного впровадження більше. До того ж вартість впровадження часто буває більше вартості самої системи. На жаль, часто буває (і тому є приклади) що затративши більші фінансові ресурси, керівництво підприємства так і не одержує очікуваного ефекту через те, що на етапі проектування виконавчого й прикладного шарів не були пророблені всі деталі системи й не враховані всі вимоги, яким система повинна відповідати.

Для успішного вибору й впровадження прикладної системи необхідно чітко знати відповіді на наступні питання:

- Які процеси діяльності підприємства можуть бути автоматизовані.
- Як повинні взаємодіяти різні частини системи.
- Яка інформація й у якому виді може бути надана як вихідні звіти системи.
- Яким образом у систему може вводитися вхідна інформація.
- Чи можливо зміна алгоритмів обробки інформації, і яким образом.
- Чи можливо доповнення й зміна системи у випадку зміни потреб підприємства.
- Які апаратні й програмні засоби необхідні для функціонування системи.
- Як буде здійснюватися підтримка й відновлення системи.
- Як вироблятися навчання персоналу.

– Також бажано знати, де вже використовується обрана система і які про неї відкликання в споживача.



Маючи відповіді на ці питання можна ухвалювати рішення щодо придбання конкретної системи.

Тут навмисно не приводяться приклади конкретного застосування яких або систем автоматизації й управління підприємства, оскільки зовнішнє наповнення таких систем і виконувані функції дуже схоже один на одного, і кожна з них має свої функції й недоліки, і що є важливим для одних, може бути другорядним для інших.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інформаційної системи підприємства. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем інформаційної системи підприємства; Досліджена система інформаційної системи підприємства; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інформаційної системи підприємства. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інформаційної системи підприємства. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
3. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
4. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
10. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
13. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
14. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications,



- IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobaev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
  16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  17. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
  18. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
  19. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
  20. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  21. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
  22. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
  23. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
  24. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

УДК 004

Д.Петченко, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО КЕРУВАННЯ ТА ЗБОРУ ДАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу. Об'єктом дослідження є процес диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу. Предметом дослідження є методи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу. Методи дослідження базуються на методах Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Системи SCADA (Supervisory, Control and Data Acquisition) – це набір програмних додатків, призначених для дистанційного нагляду, контролю та оптимізації промислових процесів, здатних **локально** інтегрувати дані, зібрані з різних промислових процесів і автоматів (PLC),

Застосування систем SCADA в промисловості полягає в моніторингу та контролі виробничих процесів і повної працездатності установок в режимі реального часу. До них можна отримати доступ за допомогою цифрового зв'язку з різними польовими пристроями (автономними контролерами, програмованими автоматами тощо), а за допомогою графічного інтерфейсу (сенсорні екрани, курсори, комп'ютери тощо) оператор може автоматично контролювати процес, реагувати на сигнали тривоги. і змінити конфігурацію.

Керовані активи та процеси контролюються в режимі реального часу, що забезпечує повний огляд загального стану компанії та дозволяє приймати рішення на основі даних.

Крім того, системи SCADA дозволяють створювати звіти в режимі реального часу, щоб отримати уявлення не лише про те, що відбувається в кожну мить, але й про те, що відбувалося в минулому та що станеться в майбутньому з можливостями прогнозування.

Майбутнє індустрії 4.0 або розумних галузей потребує цифровізації та взаємозв'язку процесів за допомогою таких технологій, як: хмарний моніторинг, великі дані та аналіз даних, машинне навчання, Інтернет речей, кібербезпека, доповнена реальність...

Лише таким чином галузі зможуть оптимізувати свої процеси та ресурси, зосередивши засоби та великі зусилля на завданнях, які вимагають людського інтелекту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу.

– Дослідження системи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу.

– Програмна реалізація системи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу.

*Об'єктом дослідження* є процес диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу.

*Предметом дослідження* є методи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу.

*Методи дослідження* базуються на методах Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу. Тенденції розвитку технічних засобів систем диспетчерського керування.** Прогрес в області інформаційних технологій обумовив розвиток всіх 3-х основних структурних компонентів систем диспетчерського керування й збору даних RTU, MTU, CS, що дозволило значно збільшити їхні можливості; так, число контрольованих віддалених точок у сучасній SCADA-системі може досягати 100000.

Основна тенденція розвитку технічних засобів (апаратного й програмного забезпечення) SCADA міграція убік повністю відкритих систем. Відкрита архітектура дозволяє незалежно вибирати різні компоненти системи від різних виробників; у результаті розширення функціональних можливостей, полегшення обслуговування й зниження вартості SCADA-систем.

#### **Системи SCADA проти систем Інтернету речей**

Іноді використовуються терміни системи SCADA та IoT, це одне й те саме? яка різниця

Як ми вже згадували раніше, система SCADA – це система контролю та збору даних з локальних промислових процесів, тоді як система IoT представляє повну еволюцію в підключенні та методах зв'язку. Традиційно дані, зібрані з промислових датчиків, переміщуються з програмованих логічних контролерів (ПЛК) до систем SCADA для аналізу з великою кількістю проміжних рівнів. Але з хмарою IoT змінює цей процес і зменшує кількість рівнів від збору даних до рівня оперативного аналізу.

Нижче ми перелічуємо відмінності між системами SCADA та системами IoT (Інтернет речей):

– Вони мають різне апаратне та програмне забезпечення.

– IoT має децентралізоване уявлення про елементи, тоді як SCADA є централізованими системами.

– Системи SCADA дешевші, оскільки вже є розробки та стандарти. Системи IoT, однак, потребують індивідуальної розробки.

– Промислові SCADA забезпечують точність і правдивість при передачі даних у цифровому вигляді та в реальному часі.

– IoT дозволяє отримати доступ до даних звідусіль. Незважаючи на те, що багато систем SCADA також доступні через Інтернет, на підприємствах все ще існують обмеження.

– Системи IoT включені в IT-сферу компанії для використання з іншими інструментами: CRM, MES та ERP.

– IoT можна поєднувати з іншими технологіями, такими як машинне навчання та доповнена реальність.

– Системи IoT менш безпечні. Для них потрібне програмне забезпечення, засоби шифрування, ключі та маркери тощо.

Незважаючи на ці відмінності, в останні роки з'явилися вдосконалені системи SCADA та платформи IIOT, які здатні інтегрувати дані з різних джерел інформації та інсталяцій, до яких можна отримати доступ з будь-якого місця та будь-якого пристрою в режимі реального часу, забезпечуючи централізоване керування різними розподіленими компонентами, такими як інтегрована операційна платформа від Nexus Integra.

### **Структура та компоненти програмного забезпечення SCADA**

Коли ми говоримо про програмне забезпечення SCADA, ми маємо на увазі інструменти, модулі або блоки, які забезпечують діяльність зі збору, нагляду та контролю:

1. Конфігурація: дає змогу визначити робоче середовище програми відповідно до наявності необхідних графічних або текстових екранів (генеруючи їх у самій SCADA або імпортуючи з іншої програми) та логіни для різних користувачів. Драйвери зв'язку, з якими можна зв'язатися також вибираються елементи поля і тип підключення. Крім того, вказуються змінні, які будуть відображатися, оброблені або контрольовані.

2. Графічний інтерфейс користувача: процес, який буде контролюватись, представлений синоптичною графікою, що зберігається на комп'ютері та генерується редактором, вбудованим у SCADA, або імпортується з іншої програми під час конфігурації пакету.

3. Модуль процесу: на кожному екрані можна запрограмувати зв'язки, які постійно виконуються, поки він активний. Програмування здійснюється блоками програмування мовою високого рівня (C, Basic тощо).

4. Управління та зберігання даних: дані підприємства можна обирати для збору через регулярні проміжки часу та зберігати як історичний журнал діяльності або негайно опрацьовувати програмним додатком для статистичних презентацій, аналізу якості чи обслуговування.

Після обробки даних вони відображаються в аналогових графіках, гістограмах, тривимірному представленні тощо, що дає змогу аналізувати глобальну еволюцію процесу.

#### **Віддалені термінали (RTU)**

Головна тенденція розвитку віддалених терміналів збільшення швидкості обробки й підвищення їхніх інтелектуальних можливостей. Сучасні термінали будуються на основі мікропроцесорної техніки, працюють під керуванням операційних систем реального часу, при необхідності поєднуються в мережу, безпосередньо або через мережу взаємодіють із інтелектуальними електронними датчиками об'єкта керування й комп'ютерами верхнього рівня.

Конкретна реалізація RTU залежить від області застосування. Це можуть бути спеціалізовані (бортові) комп'ютери, у тому числі мультипроцесорні системи, звичайні мікрокомп'ютери або персональні ЕОМ (PC); для індустріальних і транспортних систем існує два конкуруючі напрямки в техніці: RTU індустріальні (промислові) PC і програмувальні логічні контролери (у українському перекладі часто зустрічається термін промислові контролери) PLC.

Багато матеріалів і досліджень по промисловій автоматизації присвячено конкуренції двох напрямків PC і PLC; кожний з авторів приводить велику кількість доводів за й проти по кожному напрямку. Проте, можна виділити основну тенденцію: там, де потрібна підвищена надійність і керування у твердому реальному часі, застосовуються PLC. У першу чергу це стосується застосувань у системах життєзабезпечення (наприклад, водопостачання, електропостачання), транспортних системах, енергетичних і промислових підприємствах, що представляють підвищену екологічну небезпеку. Прикладами можуть служити застосування PLC сімейства Simatic (Siemens) у керуванні електроживленням монорейкової дороги в Німеччині або застосування контролерів компанії Allen-Bradley (Rockwell) для модернізації застарілої диспетчерської системи аварійної вентиляції й кондиціонування на плутонієвому заводі 4 у Лос-Аламосе. Апаратні засоби PLC дозволяють ефективно будувати відказостійкі системи для критичних додатків на основі багаторазового резервування. Індустріальні PC застосовуються переважно в менш критичних областях (наприклад, в автомобільній промисловості, модернізація виробництва фірмою General Motors), хоча зустрічаються приклади й більше відповідальних застосувань (метро у Варшаві керування рухом поїздів). По оцінках експертів, побудова систем на основі PLC, як правило, є менш дорогим варіантом у порівнянні з індустріальними комп'ютерами.

### **Канали зв'язку (CS)**

Існує три основних категорії індустриальних шин, що характеризують їхнє призначення (місце в системі) і складність переданої інформації: Sensor, Device, Field. Багато індустриальних шин охоплюють дві або навіть всі три категорії.

Із усього різноманіття індустриальних шин, що застосовуються по усьому світі (тільки по Німеччині їх установлено в різних системах близько 70 типів) варто виділити промисловий варіант Ethernet і PROFIBUS, найбільш популярні в цей час і, очевидно, найбільш перспективні. Застосування спеціалізованих протоколів у промисловому Ethernet дозволяє уникнути властивого цій шині недетермінізму (через метод доступу абонентів CSMA/CD), і в той же час використовувати його переваги як відкритого інтерфейсу. Шина PROFIBUS у цей час є однією з найбільш перспективних для застосування в промислових і транспортних системах керування; вона забезпечує високошвидкісну (до 12 Мбод) завадостійку передачу даних (кодова відстань = 4) на відстань до 90 км. На основі цієї шини побудована, наприклад, система автоматизованого керування рухом поїздів у варшавському метро.

### **Операційні системи**

Незважаючи на триваючі суперечки серед фахівців із систем керування на тему що краще UNIX або лінійки Windows NT, ринок однозначно зробив вибір на користь останньої. Вирішальними для швидкого росту популярності лінійки Windows NT стала її відкрита архітектура й ефективні засоби розробки додатків, що дозволило численним фірмам-розроблювачам створювати програмні продукти для рішення широкого спектра завдань.

Ріст застосування лінійки Windows NT в автоматизованих системах керування обумовлений у значній мірі появою ряду програмних продуктів, які дозволяють використовувати неї як платформа для створення відповідальних додатків у системах реального часу, а також у вбудовуються конфігураціях, що. Найбільш відомими розширеннями реального часу для лінійки Windows NT є продукти компаній VenturCom, Nematron, RadiB.

Рішення фірми VenturCom стали стандартом де-факто для створення відповідальних додатків твердого реального часу на платформі лінійки Windows NT. При розробці інтерфейсу для додатків реального часу розроблювачі фірми пішли по шляху модифікації модуля лінійки Windows NT шаруючи апаратних абстракцій (HAL Hardware Abstraction Layer), відповідального за виробіток високопріоритетних системних переривань, що заважають завданню здійснювати керування у твердому реальному часі. Програмний продукт Component Integrator компанії VenturCom є засобом прискореної розробки й впровадження додатків реального часу для лінійки Windows NT; він поставляється у вигляді інтегрованого пакета, що складає з інструментів для створення додатків, що вбудовуються, (ECK Embedded Component Kit) і властиво розширень реального часу (RTX 4.1), що дозволяють додаткам, створюваним для роботи під лінійки Windows NT, працювати а режимі реального часу.

Компанія RadiSys застосувала інший підхід до розробки розширень реального часу: лінійки Windows NT завантажується як низькопріоритетне завдання під добре перевіреною й відомою от уже років 20 операційною системою реального часу iRMX. Всі функції обробки й керування реального часу виконуються як високопріоритетні завдання під iRMX, ізольовані в пам'яті від додатків і драйверів лінійки Windows NT механізмом захисту процесора. Даний підхід має та перевага в порівнянні з рішенням VenturCom, що завдання реального часу не залежить від роботи лінійки Windows NT: у випадку збоїти або катастрофічної системної помилки в роботі лінійки Windows NT керуюче завдання реального часу буде продовжувати працювати. Це рішення дозволяє інформувати основне завдання про проблеми, що виникли в роботі NT, і залишати тільки за нею право продовження роботи або зупинка всієї системи.

Слід зазначити, що в SCADA-системах вимога твердого реального часу (тобто здатність відгуку/обробки подій у чітко певні, гарантовані інтервали часу) ставиться, як правило, тільки до віддалених терміналів; у диспетчерських пунктах керування (MTU)



відбувається обробка/керування подіями (процесами, об'єктами) у режимі м'якого (квази-) реального часу.

### **Розробка структурної схеми**

Звичайно системний інтегратор або кінцевий користувач, приступаючи до розробки прикладного програмного забезпечення (ППЗ) для створення системи керування, вибирає один з наступних шляхів:

- програмування з використанням "традиційних" засобів (традиційні мови програмування, стандартні засоби налагодження та ін.);
- використання існуючих, готових (COTS Commercial Off The Shelf) інструментальних проблемно-орієнтованих засобів.

Безумовно, немає нічого краще якісного, добре налагодженого ППЗ, написаного висококваліфікованим програмістом спеціально для деякого проекту. Але наступне завдання цей програміст змушений вирішувати знову практично з нуля. Процес створення ППЗ для складних розподілених систем стає неприпустимо тривалим, а витрати на його розробку дуже високими. Сьогодні, в умовах усе більше зростаючої частки ППЗ у витратах на створення кінцевої системи й, відповідно, все більшої інтенсифікації праці програмістів, варіант із безпосереднім програмуванням відносно привабливий лише для простих систем або невеликих фрагментів великої системи, для яких немає стандартних рішень (не написаний, наприклад, що підходить драйвер) або вони не влаштовують по тим або інших причинах у принципі. У кожному разі процес розробки власного ППЗ важливо спростити, скоротити тимчасові й прямі фінансові витрати на розробку ППЗ, мінімізувати витрати праці висококласних програмістів, по можливості залучаючи до розробки фахівців в області автоматизуємих процесів.

Сучасний бізнес в області розробки ПЗ усе більше й більше сегментується й спеціалізується. Причина проста: ПЗ стає усе більше складним і дорогим. Розроблювачі операційних систем, розроблювачі інструментальних засобів, розроблювачі прикладного ПЗ й т.п., по суті, розмовляють різними мовами. Таким чином, сама логіка розвитку сучасного бізнесу в частині розробки ППЗ для кінцевих систем керування вимагає використання усе більше розвинених інструментальних засобів типу SCADA-систем (від Supervisory Control And Data Acquisition). Розробка сучасної SCADA-системи вимагає більших вкладень і виконується в тривалій термін. І саме тому в більшості випадків розроблювачам керуючого ППЗ, зокрема ППЗ для АСУ ТП, представляється доцільним йти по другому шляху, здобуваючи, освоюючи й адаптуючи який-небудь готовий, уже випробований універсальний інструментарій.

Схематично зупинимося на традиційному наборі властивостей і характеристик SCADA-систем і загостримо увагу на нових, що з'явилися недавно, зв'язках SCADA-систем з навколишнім світом (OPC-сервери, розширення реального часу для лінійки Windows NT) і на моментах, які нечасто знаходять висвітлення в публікаціях про нішу SCADA-систем у комплексі програмних компонентів наскрізної автоматизації виробництва. SCADA-системи закривають цеховий рівень автоматизації, зв'язаний, насамперед, з одержанням і візуалізацією інформації від програмувальних контролерів, розподілених систем керування. Інформація, що поставляється на даний рівень, недоступна на рівні керування виробництвом. Тому важливо відзначити, що деякі фірми розробляють системи керування виробництвом і забезпечують обмін між цими рівнями.

Перелічимо характеристики, важливі для оцінки функціональності SCADA-системи, що реалізується, з коротким їхнім аналізом.

### **Реальний час для Windows Server 2022 / Windows 10/11**

Один з істотних недоліків SCADA-систем на платформах Windows 3.xx/95 у порівнянні з SCADA-системами на платформах OCPB відсутність підтримки твердого реального часу. Ситуація стала змінюватися з появою Windows Server 2022 / Windows 10/11. Вихід у світ цієї ОС стимулював розробку нових підходів у підтримці твердого реального часу. Насамперед, сама по собі Windows Server 2022 / Windows 10/11 робить досить успішні

спроби потіснити ОСРВ. Проте, Windows Server 2022 / Windows 10/11 має ряд обмежень. Такі її особливості, як перевага апаратного переривання програмному (навіть якщо цей простий рух миші), виконання в підпрограмі обробки апаратних переривань лише необхідних дій з виконанням наступної обробки через чергу відкладених процедур, відсутність пріоритетної обробки процесів у черзі відкладених процедур, не дозволяють віднести Windows Server 2022 / Windows 10/11 до категорії класичних ОС реального часу.

Ряд фірм (LP Elektronik, Imagination Systems, RadSys, Spectron Microsystems, VenturCom) почали більше радикальні спроби перетворити Windows Server 2022 / Windows 10/11 в ОС твердого реального часу. Розглянемо деякі ключові особливості реалізації такої ідеї на підсистемі реального часу RTX (Real Time Extension), запропонованою фірмою VenturCom. Саме ця реалізація одержує в цей час найбільш широке поширення. Фірми-розроблювачі SCADA-систем негайно почали пропонувати застосування нових рішень.

Поява подібних рішень, по-перше, завдає чергового удару по SCADA-системах на базі ОСРВ, оскільки віднімає (хоча й досить штучно) у них дуже важлива перевага твердого реального часу, закладені в ОСРВ, і, по-друге, тіснить застосування ОСРВ у системах, що вбудовуються.

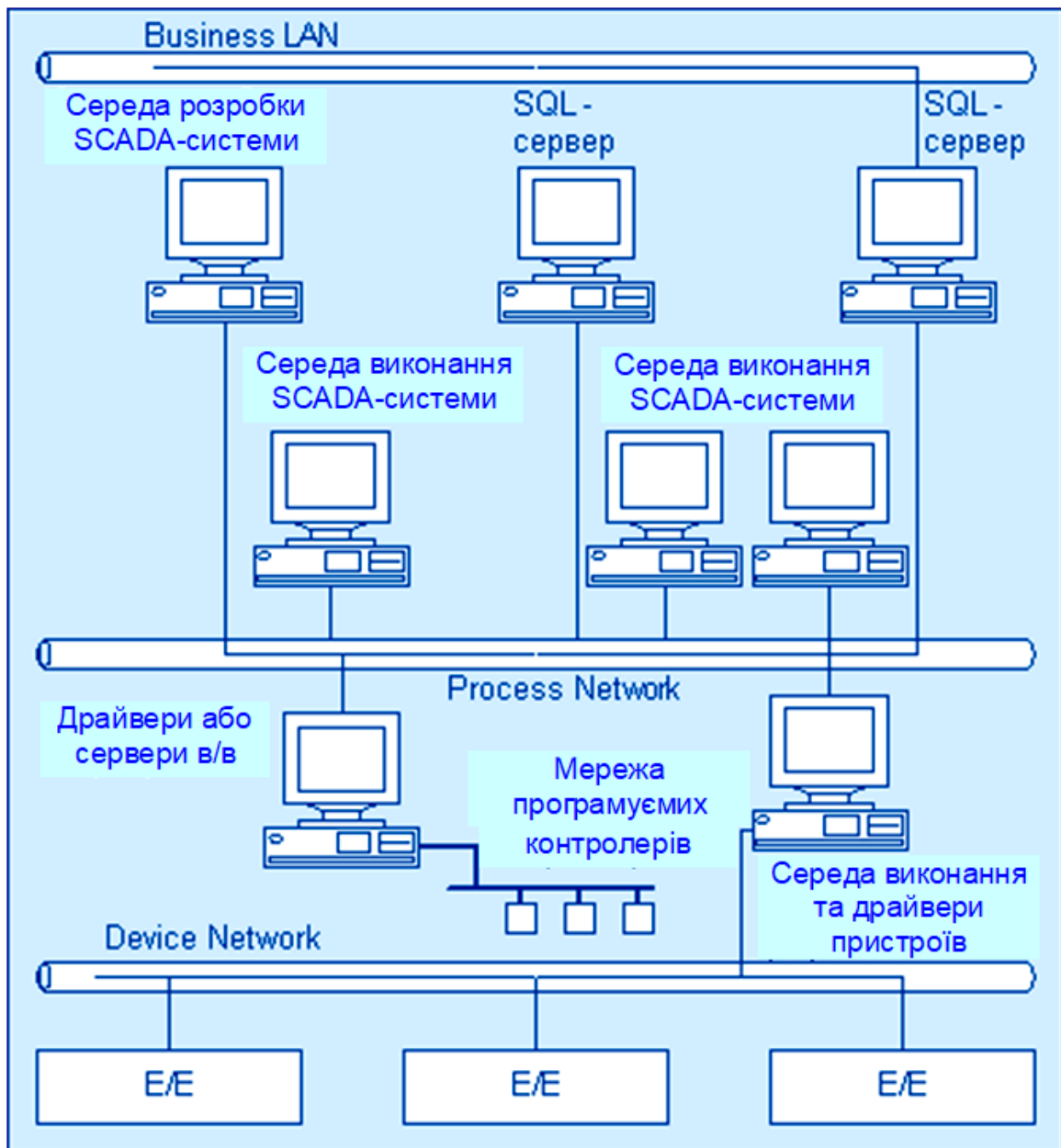


Рисунок 1 – Структурна схема системи

### Експлуатаційні характеристики

Експлуатаційні характеристики SCADA-системи мають велике значення, оскільки від них залежить швидкість освоєння продукту й розробки прикладних систем. Вони в остаточному підсумку відбиваються на вартості реалізації проектів.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу; Досліджена система диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 93-105.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication*

- Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
  18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
  21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
  23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.

УДК 004

О.Пойченко, магістр гр. КН-22МЗ

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ГРАФІЧНИХ ОБРАЗІВ НА ЗНІМКАХ ІЗ СУПУТНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОГНІТИВНОЇ ГРАФІКИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки. Об'єктом дослідження є процес розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки. Предметом дослідження є методи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Об'єктом додатка методів розпізнавання графічних образів і когнітивної графіки з'явилася перспективна система, орієнтована на обробку інформації із супутників. Перелічимо деякі завдання обробки космічної інформації:

- виявлення локальних об'єктів на аерокосмічних знімках;
- кластеризація й розпізнавання цільових об'єктів;
- визначення місця розташування об'єкта в заданій системі координат;
- стиск і відновлення графічної інформації;
- фільтрація;
- прогнозування даних телеметрії (тимчасових рядів);
- виявлення несправностей і позаштатних ситуацій.

Технологію первинної обробки інформації становлять хвильові алгоритми виділення об'єктів на знімках, методи видалення свідомо помилкових об'єктів і нормалізації претендентів на розпізнавання. Велике значення для якості роботи нейронних мереж має приведення графічних об'єктів до стандартного виду в змісті орієнтації й масштабу. Нейронні мережі використовуються в самому кінці технологічного ланцюжка, причому від якості передобробки й типу нейронної мережі значною мірою залежить результат розпізнавання. Це пов'язане з великою чутливістю нейронні мережі до наявності шумів, положенню й масштабу образів і т.д. Крім типових мереж можна формувати й спеціальні мережі. Результати роботи нейронних мереж (в основному використовувалися мережі прямого поширення, Хеммінга й Кохонена): приблизно 60%-80% правильного розпізнавання. Результат вдається трохи поліпшити за рахунок, застосування комітетів нейронні мережі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки.



**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки.
- Дослідження системи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки.
- Програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки.

*Об'єктом дослідження* є процес розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки.

*Предметом дослідження* є методи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки.

*Методи дослідження* базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу. Когнітивна графіка.** У цей час немає єдиних принципів когнітивного відображення інформації, але є розуміння того факту, що графічні образи здатні нести в собі в стислій і одночасно із цим доступну для користувача формі інформацію достатню для ухвалення адекватного рішення. Кожний образ створюється індивідуально з обліком конкретної прикладної області, вивчається в процесі життєвого циклу об'єкта й інтерпретується експертом з використанням накопичених знань. Багатомірні дані за допомогою ЕОМ можуть бути співвіднесені в когнітивний графічний образ у вигляді інтегральних функціональних профілів або сцен, що відбивають особливості стану об'єкта. Єдиний математичний апарат аналізу й загальні методи візуалізації багатомірних даних у цей час відсутні. Очевидно, мова може йти про інтеграцію й оптимізацію таких подань стосовно до конкретних прикладних областей.

Для побудови схеми рішення завдання розпізнавання образів зручно користуватися засобами графічного інтерфейсу, які дозволяють не тільки формувати алгоритм обробки даних підключенням відповідних виконавчих модулів, але й відслідковувати порядок рішення в динаміку шляхом колірної підсвічування відповідних зв'язків.

Для контролю настроювання нейронні мережі з невеликим числом нейронів застосовується спеціальний графічний динамічний образ. Таке подання дозволяє бачити стан мережі, знаки коефіцієнтів (синій і червоний кольори) і величини вагових коефіцієнтів, шляхом їхнього відображення відтінками синього й червоного кольору.

#### **Космічна зйомка**

Космічний знімок по своїх геометричних властивостях принципово не відрізняється від аерофотознімка, але має особливості, пов'язані з:

- фотографуванням з більших висот;
- великою швидкістю руху.

Так як супутник у порівнянні з літаком рухається значно швидше, те вимагає коротких витримок при зйомці.

Космічна зйомка розрізняється по:

- масштабам;
- просторовому дозволу;
- оглядовості;
- спектральним характеристикам.

Ці параметри визначають можливості дешифрування на космічних знімках різних об'єктів і рішення тих геологічних завдань, які доцільно вирішувати з їхньою допомогою.

Типи знімків підрозділяються по оглядовості, по масштабі, по просторовому дозволі.

Масштаб і оглядовість (форма, розмір) космічних знімків дозволяють виявити об'єкти різного рангу, зняті в один час і в одному режимі зйомки.

Оглядовість знімка залежить від розмірів ділянок земної поверхні, відображеної на космознімку, і вимірюється в одиницях площі.

Найпоширеніший розмір кадру космічного знімка 18x18 см дозволяє бачити все зображення одночасно, не “переводячи погляд”, без послідовного огляду.

При збільшенні масштабу знімка проєкційним шляхом оглядовість знімка зберігається, а рівень генералізації знижується.

По оглядовості (охвату території одним знімком) знімки розділяють:

1. Глобальні, що охоплюють всю планету. Ширина зони охопту більше 10 тис. км, а територіальний охват становить сотні мільйонів квадратних кілометрів.

2. Крупнорегіональні, що відображають материки, їхні частини й великі регіони, – знімки з метеорологічних супутників на навколосемних орбітах, а також знімки малого й середнього дозволу з ресурсних супутників. Ширина зони охопту варіює від 3 тис. км у знімків малого дозволу до 500 км у знімків середнього дозволу, територіальний охват становить мільйони квадратних кілометрів. На одному знімку цього типу зобразиться Західна Європа, майже вся Австралія, Середня Азія, Тибет.

3. Регіональні, на яких зображуються регіони і їхня частини, – це знімки з ресурсних і картографічних супутників, а також з пілотованих кораблів і орбітальних станцій. Найбільш характерний охват 350 x 350 км<sup>2</sup>, 180 x 180 км<sup>2</sup>, 60 x 60 км<sup>2</sup>. На знімку подібного охопту зобразиться така держава, як Бельгія, невелика область, наприклад Київська, великі мегаполіси.

4. Локальні, на яких зображуються відносно невеликі ділянки місцевості, – знімки із супутників для детального спостереження й великомасштабного топографічного картографування з охоптом порядку 10 x 10 км<sup>2</sup>. На такому знімку зобразиться промисловий комплекс, велике господарство, невелике місто, а для Києва буде потрібно кілька знімків.

Масштаби космознімків різні: від 1:1000 до 100 000 000, тобто він може мінятися в сто тисяч разів. Найпоширеніші масштаби космічних знімків: від 1:200 000 до 1:10 000 000.

Масштаби космознімків залежать від:

- висоти фотографування;
- фокусної відстані апарата;
- коефіцієнта збільшення;
- кутів нахилу;
- кривизни земної поверхні.

Просторовий дозвіл (або дозвіл на місцевості) визначається розміром найменшого об'єкта ( $\Delta$ ), відтвореного на знімку, і визначається по формулі:

$$\Delta = m/2N$$

де:

$m$  – масштаб знімка;

$N$  – розв'язна здатність знімка, тобто число роздільно фотографічно відтворених чорно-білих штрихів на відрізку довжиною 1 мм.

Розпізнавання об'єктів на знімках залежить від масштабу зйомки й розв'язної здатності. По співвідношенню масштабного ряду космічних знімків з масштабним рядом геологічних карт, прийнятих в Україні, космічні знімки розділяються по рівнях природної генералізації на:

- глобальні;
- континентальні;
- регіональні;
- локальні;
- детальні.

Для скануючих систем дозволу по маршруті й уздовж рядка (краю знімка) відрізняються й можуть змінюватися в кілька разів залежності від кута сканування, тому при

дешифруванні використовують тільки центральну (робочу) смугу. У деяких випадках при збільшенні знімків до мінімального дозволу (до 5 ліній на 1 мм) вони можуть охоплювати кілька рівнів розпізнавання (генералізації).

#### **Знімки глобального рівня**

Космічні знімки глобального рівня генералізації одержують із висот 20 – 30 тис. км.:

- з міжпланетних автоматичних станцій;
- високоорбітальних ШСЗ (“Блискавка” і ін.)

Масштаб ряду карт: 1:5 000 000.

Космічні знімки глобального рівня генералізації охоплюють всю або більшу частину півкулі. Вони дозволяють:

- виявляти найбільш протяжні глибинні розлами й зони розламів;
- гігантські кільцеві структури;
- з'ясувати характер зчленування великих структурних елементів земної кори;
- зв'язок поверхневої геології із глибинною будовою літосфери.

Розробки НАСА космічної системи глобального моніторингу ЕО призначені для комплексного планетарного дистанційного вивчення Землі як єдиної системи (хімічний склад атмосфери, рух хвиль цунамі в океані й т.д.).

Передбачається робота декількох ШСЗ, що передають інформацію кожні 10 хв. у реальному масштабі часу.

#### **Знімки континентального рівня**

Космічні знімки континентального рівня генералізації мають малий дозвіл. Їх одержують телевізійними скануючими системами з ШСЗ “Метеор” і ін. Космічні знімки цього рівня генералізації дозволяють:

- установлювати структурно-геологічні особливості великих областей земної кулі;
- виділяти матеріально-структурні комплекси гірських порід;
- глибинні розлами;
- проводити або уточнювати тектонічне районування.

Масштаб ряду карт: 1:5 000 000.

#### **Знімки регіонального рівня**

Космічні знімки регіонального рівня генералізації відрізняються середнім дозволом. Їх одержують фотографічними й скануючими системами з ресурсних ШСЗ “Метеор”, “Лендсат”, а також з пілотованих космічних кораблів і довгострокових орбітальних станцій.

Масштаб ряду карт: 1:1 000 000 і 1:500 000.

#### **Знімки локального рівня**

Космічні знімки локального рівня генералізації одержують фотографічними системами з пілотованих космічних кораблів довгострокових орбітальних станцій за допомогою високоякісної апаратури типу МКФ-6 і з ресурсного ШСЗ “Лендсат”.

Знімки локального рівня генералізації дозволяють:

- істотно уточнити геологічну структуру різних регіонів;
- представляють основний матеріал для геологічного картування в масштабах 1:500 000 і 1:1 000 000;

– для складання спеціалізованих тематичних карт геологічного змісту, у тому числі прогнозно-мінералогічних.

Ця зйомка використовує цифрові сканери, що дають високе тривимірне зображення. Одержувані знімки придатні для кадастру й інвентаризації, для виготовлення середньомасштабних і великомасштабних карт.

Масштаб ряду карт: 1:200 000 і 1:100 000.

#### **Знімки детального рівня**

Космічні знімки детального рівня генералізації масштабу 1:100 000 і крупніше по своїх властивостях близькі до висотних аерофотознімкам і знімкам дрібного масштабу. Одержують знімки при фотографуванні високоякісними довгофокусними знімальними

камерами з орбіт висотою близько 200 км. Космічні знімки детального рівня генералізації використовують (як і аерофотоматеріали) при космофотогеологічних дослідженнях.

Масштаб ряду карт: 1:50 000 і 1:25 000.

Всі аерокосмічні знімки діляться на:

- аналогові (звичайно фотографічні);
- цифрові (електронні).

### **Цифрові знімки**

Зображення цифрових знімків утворено з окремих однакових елементів – пікселів. Яскравість кожного пікселя характеризується одним числом. Аерокосмічний знімок складається з мільйонів пікселів.

Технологічні способи одержання знімків різні.

### **Комплекс обробки інформації детального дозволу**

За матеріалами космічної зйомки детального дозволу розробляються:

1. Цифрові культурозображення районів земної поверхні з лінійним дозволом 1 м і 2 м.
2. Цифрові моделі рельєфу
3. Ортотрансформовані цифрові зображення (фотоплани).
4. Топографічні карти різних масштабів.
5. Спеціальні й тематичні карти різних масштабів.
6. Векторні геоінформаційні шари (використовуються при створенні спеціальних геоінформаційних систем).
7. Тематично оброблені матеріали (оцінка екологічної обстановки, обстановки в районах екологічних і техногенних катастроф, урожайності сільськогосподарських, стану лісів і т.д.)

### **Комплекс тематичної обробки**

Тематична обробка космічної інформації дозволяє оцінювати стан навколишнього середовища й природних об'єктів. Багатофункціональний комплекс тематичної обробки дозволяє проводити комплексну обробку даних від різних систем.

Особливості зображення на космічних знімках залежать від впливу факторів: технічних і природних (природних).

Технічні фактори, що впливають на інформативність космічних знімків, є:

- а) параметри польоту (траєкторія, висота, тип орбіти, швидкість руху);
- б) характеристики космічних знімальних систем (фокусна відстань апарата, спектральний діапазон, що дозволяє здатність знімальних систем;
- в) способи обробки матеріалів.

Природні (природні) фактори – електромагнітний спектр Сонця, стан атмосфери, сезон зйомки, ландшафтно-кліматичні особливості території зйомки.

### **Що таке класифікація зображень, які моделі використовуються**

Можливо, ви вже знайомі з класифікацією зображень, переглянувши численні посібники з класифікації зображень котів проти собак в Інтернеті. Таким чином, класифікація зображень полягає в присвоєнні однієї (або кількох) міток всьому зображенню. Однак зауважте, що термін «класифікація» може означати різні речі для різних людей – зокрема, у багатьох статтях класифікація може використовуватися для опису міток рівня пікселів або кластерів пікселів, що я б назвав семантичною сегментацією. Щоб було зрозуміло, у цій публікації ми обговорюємо окремі мітки, застосовані до окремих зображень, використовуючи нейронні мережі глибокого навчання для створення міток. У застосуванні до супутникових зображень класифікація однієї мітки має два типових застосування:

1. позначити домінуючий предмет зображення, наприклад, поле для гольфу, гавань.
2. виконати двійкове виявлення деякого об'єкта, наприклад, корабель присутній чи ні.

Існують також більш просунуті методи класифікації, наприклад, використання часових рядів зображень для класифікації культур, де унікальні сезонні зміни є сильним показником типу культури.

## **Набори даних класифікації зображень**

Щоб краще ознайомитися з класифікацією супутникових зображень, я рекомендую вивчити кілька контрольних наборів даних. Еталонний набір даних – це набір даних, який використовується спільнотою як стандарт для порівняння ефективності різних методів. Двома хорошими еталонними наборами даних є набір даних UC Merced (зразок якого показано нижче) або набір даних EuroSAT. Обидва ці набори даних доступні у стандартному форматі RGB/single label, а також у більш цікавих версіях із кількома класами. Ці та інші набори даних див. у моєму репозиторії наборів даних,

### **Вибір і навчання моделей**

Розділ «Класифікація» в моєму сховищі містить багато різних ресурсів, які демонструють навчання моделей класифікації на супутникових зображеннях. Насправді відносно рідко можна навчити модель з нуля на власному наборі даних, і набагато частіше використовувати модель, яка була попередньо навчена на еталонному наборі даних (зазвичай ImageNet), а потім точно налаштувати цю модель на власному наборі даних. Щоб дізнатися більше про тонке налаштування, я рекомендую ознайомитися з уроком тонкого налаштування на d2l.ai. Під час тонкого налаштування шари вилучення функцій зависають, і оновлюються лише повністю підключені шари класифікації:

В Інтернеті регулярно повідомляють про нові «сучасні» моделі, які покращують продуктивність того чи іншого еталонного набору даних, і було б розумно припустити, що найновіші та найкращі моделі зазвичай використовуються в програмах. Однак для доступної статті про порівняння моделей я настійно рекомендую прочитати найкращі моделі зору для тонкого налаштування Джеремі Говарда. У цій статті Джеремі порівнює 86 моделей на двох контрольних наборах даних; набір даних IT Pet і набір даних Kaggle Planet (набір даних дистанційного зондування).

Цікаво, що найкращі результати відрізняються між наборами даних Pets і Planet, і Джеремі пояснює це тим, що набір даних Planet не схожий на зображення в наборі даних ImageNet (на якому більшість моделей попередньо навчаються), тому моделі, які вивчають нові функції найшвидші – найкращі виконавці. Він також зазначає, що «існує незначна кореляція між розміром моделі та продуктивністю» в наборі даних Planet, і тому радить вибирати менші моделі (які також будуть швидшими у використанні). Додатковою перевагою вибору маленької моделі є те, що темп експериментів є швидшим. Для мене дивовижним результатом набору даних Planet є те, що відносно стара (опублікована в 2015 році) модель Resnet 18 входить до 10 найефективніших. Як каже Джеремі, «Resnet 18 має дуже низьке використання пам'яті, він швидкий і все ще досить точний», і з цих причин я пропоную, що це хороша модель за замовчуванням для початку проєктів.

### **Як підійти до свого класифікаційного проєкту**

Можливо, у вас уже є варіант використання класифікації з вашої повсякденної роботи, але якщо ні, я пропоную вибрати тему, яка вас цікавить (наприклад, вирубка лісів, класифікація культур) і знайти відповідний набір даних на Kaggle, центрі даних Roboflow або в моєму репозиторії. Існують також регулярні змагання, що проводяться організаціями, зокрема ESA та Radiant Earth Foundation, і вони зазвичай забезпечують набір даних і захоплюючий виклик. Почніть із виконання посібника з точного налаштування моделі бачення (наприклад, уроку з тонкого налаштування на d2l.ai), а потім адаптуйте його для використання вибраного набору даних. Ймовірно, ви зіткнетесь з деякими труднощами, просто перемикаючи один набір даних, наприклад робота із зображеннями різного розміру або кількістю каналів. Якщо ви не особливо знайомі з геопросторовими зображеннями (geotiffs), я рекомендую дотримуватися наборів даних, де зображення є просто png або jpg. Якщо ви хочете працювати з геопросторовими зображеннями, вам, ймовірно, доведеться «розщеплювати» великі зображення на менші навчальні мікросхеми.

Після того, як ви зібрали свій набір даних, вам, ймовірно, доведеться змінити навчальний код моделі для завантаження та попередньої обробки набору даних, і це гарна нагода потренувати свої навички програмування на Python і ознайомитися з обраною вами



структурою глибокого навчання (Tensorflow або Pytorch). Зверніть увагу, що доступ до набору даних UC Merced & EuroSAT можна отримати через центр даних Tensorflow, що спрощує процес використання цього набору даних. Користувачі Pytorch захочуть отримати доступ до цих наборів даних через torchgeo, а також отримають переваги від багатьох додаткових функцій, які спрощують роботу з наборами геопросторових даних.

Переходячи до тонкого налаштування моделі, почніть експериментувати, щоб побачити, які фактори покращують або погіршують продуктивність моделі. Ви побачите, що параметри розширення даних і навчання, такі як розмір партії та кількість епох, матимуть значний вплив на продуктивність моделей. Як загальне керівництво, точність класифікації, якої ви можете досягти, приблизно залежить від трьох факторів:

1. Якість вхідних зображень; включаючи відповідну попередню обробку зображень, просторову та радіометричну роздільну здатність зображень
2. Якість, кількість і баланс навчального набору даних і міток
3. Вибір і налагодження моделі глибинного навчання

Продовжуйте повторювати ці параметри, доки не відчуєте впевненість у точному налаштуванні моделі на опублікованому наборі даних. Далі ви можете перейти до створення власного набору даних, а набір даних класифікації можна створити, завантаживши зображення з Google Планета Земля за допомогою одного зі сценаріїв. Якщо ви не впевнені, який інструмент використовувати, пропоную спочатку перевірити Map Tiles Downloader, який надає корисний інтерфейс [3]. Щоб підготувати набір даних для навчання, потрібно буде відсортувати зображення за папками, де ім'я папки є міткою, яка використовуватиметься для цього класу. На щастя, це можна зробити, використовуючи лише файловий браузер на вашому комп'ютері, і не потрібне спеціальне програмне забезпечення для «анотацій». Якщо вас цікавить інструмент для кращого розуміння та обробки даних класифікації, я рекомендую Roboflow, Ви також можете використовувати Roboflow, щоб отримати API розміщеної моделі після навчання вашої спеціальної моделі.

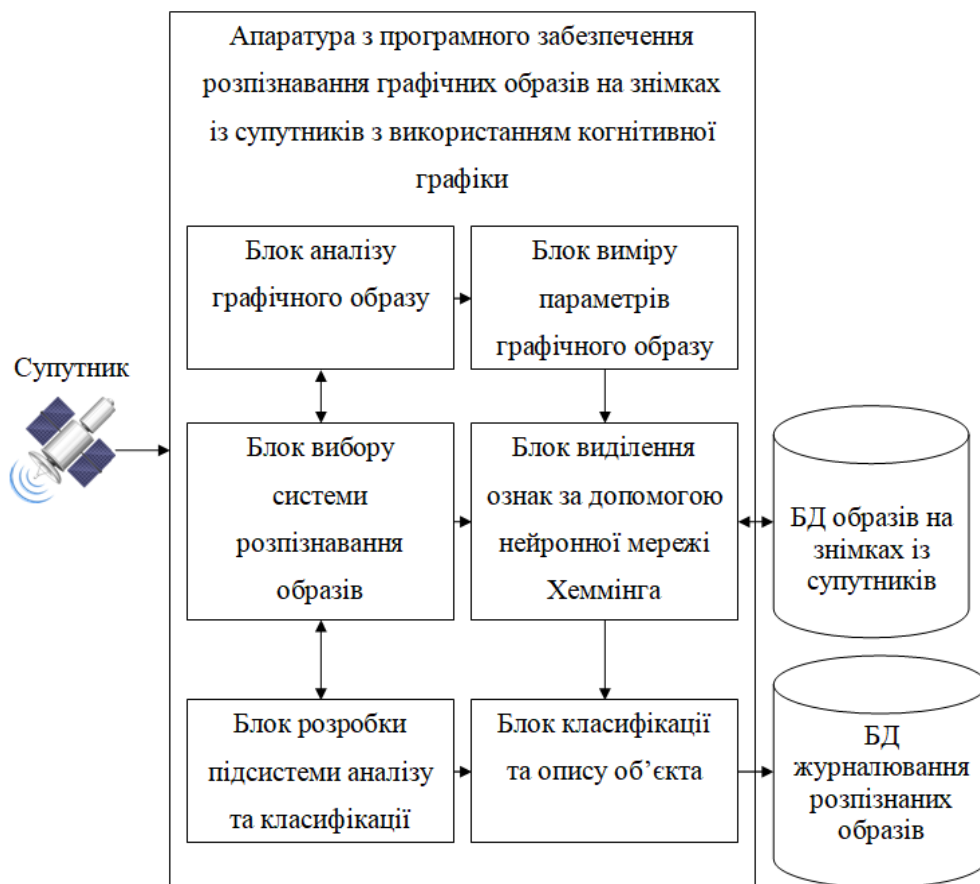


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Якщо ви хочете вивести свій проект на наступний рівень, подумайте про створення веб-програми або API, щоб забезпечити живий сервіс, який можна використовувати для демонстрації моделі. Зауважте, що якщо ви хочете розгорнути готову службу для виробництва, може знадобитися значна кількість інженерних робіт для обробки попередньої обробки завантажених зображень, наприклад для обробки кількох типів зображень, виявлення проблем із якістю тощо.

### **Розробка структурної схеми**

Програмне забезпечення розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки, побудовано на базі нейронної мережі Хеммінга.

Структурна схема системи наведена на рисунку 1. Структурно система складається з наступних частин:

1. База даних журналювання розпізнаних образів. У цю баз даних заносяться усі дані, які відносяться до розпізнаних об'єктів.

2. База даних образів на знімках із супутників. У цій базі даних зберігаються фотографії усіх об'єктів, з виділенням характерних точок, для кожного образу на знімках із супутників, за якими можливо ідентифікувати об'єкт.

3. Камера на супутнику, з якої поступає інформація систему розпізнавання образів.

4. Система розпізнавання образів, яка складається з наступних блоків:

– Блок читання картинки з камери на супутнику. Він призначений для читання картинок з камери на супутнику й подання даних на блок аналізу та виділення ознак за допомогою нейронної мережі Хеммінга.

– Блок аналізу та виділення ознак за допомогою нейронної мережі Хеммінга. Він є основою системи, й за допомогою нижчеописаного алгоритму проводить розпізнавання осіб, та машин, які перетнули межу території установи.

– Блок класифікації та опису об'єкта. Він дозволяє, виходячи з даних, отриманих від блоку аналізу та виділення ознак за допомогою нейронної мережі Хеммінга, розподілити куди заносити отримані дані, у поля бази даних, які відповідають за осіб, або у поля бази даних, які відповідають за машини.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки; Досліджена система розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### **Список літератури**

1. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P.

414-418.

4. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
15. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, crp. 315-327.
16. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
19. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

УДК 004

Д.Правдюк, магістр гр. КІ-22МЗ

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕІНЖИРІНГУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи автоматизованого реінжинірингу. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи автоматизованого реінжинірингу. Об'єктом дослідження є процес автоматизованого реінжинірингу. Предметом дослідження є методи автоматизованого реінжинірингу. Методи дослідження базуються на методах інженерії програмного забезпечення, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи автоматизованого реінжинірингу. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Система призначена для реінжинірингу коду застарілого програмного забезпечення, який був реалізований на мові Pascal, на сучасні мови програмування, у тому числі й на Delphi 10. Реінжиніринг програмного забезпечення (англ. software reengineering) – повторна реалізація успадкованої системи з метою підвищення зручності її використання, супроводження, розширення функціоналу чи впровадження оновлених технологій. У сфері технологій, що постійно розвивається, програмне забезпечення панує безперечно. Але що станеться, коли ваше колись передове програмне забезпечення почне втрачати свій блиск? Навіть якщо ви розробили найкраще програмне забезпечення свого часу, завжди є місце для вдосконалення. Ласкаво просимо до захоплюючої подорожі реінжинірингу програмного забезпечення – процесу, який дозволяє воскресити, вдосконалити та революціонізувати існуюче програмне забезпечення.

Реінжиніринг програмного забезпечення – це не просто розкіш; це необхідність у сучасному динамічному діловому середовищі. Оскільки технології розвиваються, очікування користувачів зростають, а вимоги ринку змінюються, випередження стає найважливішим. Застосовуючи реінжиніринг програмного забезпечення, ви можете підвищити продуктивність, масштабованість і ефективність, гарантуючи, що ваше програмне забезпечення буде конкурентоспроможним і відповідатиме мінливим галузевим стандартам.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи автоматизованого реінжинірингу.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи автоматизованого реінжинірингу.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем автоматизованого реінжинірингу.
- Дослідження системи автоматизованого реінжинірингу.
- Програмна реалізація системи автоматизованого реінжинірингу.

*Об'єктом дослідження* є процес автоматизованого реінжинірингу.

*Предметом дослідження* є методи автоматизованого реінжинірингу.

*Методи дослідження* базуються на методах інженерії програмного забезпечення, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Розпізнавання ознак, які вказують на необхідність реінжинірингу програмного забезпечення, має вирішальне значення для того, щоб ваше

програмне забезпечення залишалося ефективним, надійним і відповідало цілям вашої організації.

### **Реінжиніринг застарілого програмного забезпечення або проблеми сумісності з існуючими системами**

Однією з явних ознак того, що програмна система може потребувати реінжинірингу, є те, що вона застаріла або стала несумісною з сучасними технологіями. Застаріле програмне забезпечення, створене на застарілих платформах або з використанням застарілих мов програмування, може важко інтегруватися з новими системами або мати незручний інтерфейс користувача. У таких випадках стає необхідною реінжиніринг програмного забезпечення для оновлення системи та забезпечення сумісності з новітніми технологіями.

### **Обмеження продуктивності та масштабованості**

Якщо програмна система відчуває вузькі місця продуктивності, часті збої або повільний час відгуку, це вказує на необхідність реінжинірингу. У міру того, як бізнес зростає, а вимоги користувачів зростають, програмні системи повинні бути здатні обробляти більші робочі навантаження та ефективно масштабуватися. Якщо існуюча система не відповідає вимогам до продуктивності або не має можливості масштабування, реінжиніринг може оптимізувати архітектуру програмного забезпечення, покращити алгоритми та покращити керування ресурсами для забезпечення кращої продуктивності та масштабованості.

### **Високі витрати на обслуговування та часті збої системи**

Застарілі системи часто вимагають значного обслуговування та спричиняють високі витрати через застарілу інфраструктуру, складну кодову базу та відсутність підтримки з боку постачальників. Якщо система програмного забезпечення потребує частих виправлень, виправлень та оновлень, а пов'язані з цим витрати на технічне обслуговування стають невідомими, це може бути ознакою необхідності реінжинірингу. За допомогою реінжинірингу програмного забезпечення компанії можуть оптимізувати кодову базу, усунути технічну заборгованість і зменшити навантаження на поточне обслуговування, що призведе до економії коштів і підвищення стабільності системи.

### **Подорож процесу реінжинірингу програмного забезпечення**

Процес реінжинірингу програмного забезпечення дійсно можна умовно розділити на три основні фази:

- зворотний інжиніринг;
- реструктуризація;
- прямий інжиніринг.

Ці етапи працюють разом для вдосконалення та модернізації існуючих програмних систем. Розглянемо кожну фазу більш детально.

#### **Фаза 1: зворотне проектування**

Реверсивне проектування передбачає вивчення та розуміння поточної архітектури програмного забезпечення. Він має на меті отримати уявлення про архітектуру, дизайн і функціональність системи. Ось деякі ключові аспекти зворотного проектування:

- Перевірка коду: розробники вивчають вихідний код, документацію та інші доступні ресурси, щоб зрозуміти, як працює програмне забезпечення. Вони аналізують структуру коду, алгоритми та шаблони, що використовуються в системі.
- Перегляд документації: Існуюча документація, наприклад специфікації системи, посібники користувача та проектні документи, переглядається для збору інформації про передбачувану функціональність системи та конструктивні рішення.
- Аналіз системи: розробники аналізують поведінку системи, потік даних і взаємодію із зовнішніми компонентами. Вони можуть використовувати інструменти для візуалізації структури системи, визначення залежностей і відстеження потоку виконання.

Основною метою зворотного проектування є отримання повного розуміння існуючої програмної системи. Ці знання допомагають визначити сфери для вдосконалення та закладають основу для наступних етапів.



## **Етап 2: Реструктуризація**

Фаза реструктуризації зосереджена на перепроєктуванні та реорганізації системи програмного забезпечення для підвищення її продуктивності, зручності обслуговування та масштабованості. Ось основні аспекти етапу реструктуризації:

- Рефакторинг коду: розробники змінюють існуючу кодову базу, щоб покращити її структуру, читабельність і зручність обслуговування. Це може передбачати видалення повторюваного коду, вилучення багаторазових компонентів і застосування шаблонів проектування для підвищення модульності системи.

- Покращення архітектури: архітектуру системи можна переробити, щоб усунути недоліки архітектури, покращити масштабованість або включити нові технології. Це включає переоцінку взаємодії компонентів, впровадження рівнів або модулів і оптимізацію продуктивності системи.

- Видалення застарілого коду: застарілий або невикористаний код визначається та видаляється, зменшуючи складність і покращуючи продуктивність системи. Це розвантажує кодову базу та полегшує її розуміння та підтримку.

Фаза реструктуризації має на меті оптимізувати структуру програмної системи, зробити її більш ефективною, гнучкою та зручною для обслуговування. Він усуває виявлені недоліки та готує систему до майбутніх вдосконалень.

## **Фаза 3: передова інженерія**

Фаза передового проектування передбачає використання знань, отриманих під час зворотного проектування, і вдосконалень, зроблених під час фази реструктуризації, для розробки нової та вдосконаленої версії програмного забезпечення. Ось ключові аспекти передового проектування:

- Реалізація оновлених компонентів: розробники впроваджують оновлені або оновлені компоненти на основі інформації, отриманої в результаті зворотного проектування та реструктуризації. Це може включати переписування коду, впровадження нових бібліотек або фреймворків та інтеграцію сучасних технологій.

- Введення нових функцій: оновлене програмне забезпечення може включати нові функції або функції, щоб відповідати оновленим вимогам бізнесу. Це передбачає проектування та розробку додаткових модулів або модулів із розширеними можливостями.

- Тестування та забезпечення якості: проводиться ретельне тестування, щоб переконатися, що оновлене програмне забезпечення відповідає визначеним вимогам і функціонує за призначенням. Це включає в себе різні методи тестування, такі як модульне тестування, інтеграційне тестування та тестування системи, щоб перевірити стабільність, надійність і продуктивність системи.

Фаза передового проектування завершується новою версією програмного забезпечення, яка включає в себе знання, отримані в результаті зворотного проектування, і вдосконалення, зроблені під час реструктуризації. Тепер оновлене програмне забезпечення готове до розгортання та використання.

Дотримуючись цих трьох етапів зворотного проектування, реструктуризації та передового проектування, процес реінжинірингу програмного забезпечення дозволяє підприємствам вдихнути нове життя у свої існуючі системи. Це дає їм змогу оптимізувати продуктивність, підвищити придатність до обслуговування та узгодити сучасні вимоги, гарантуючи, що система залишається надійною та адаптованою до мінливих потреб бізнесу.

## **Розробка структурної схеми**

Реінжиніринг програмного забезпечення – це процес оновлення програмного забезпечення. Цей процес включає розробку додаткових функцій програмного забезпечення та додавання функцій для кращого та ефективнішого програмного забезпечення. Що стосується визначення, цей процес також передбачає, що програмний продукт матиме покращену ремонтпридатність.

Таким чином, реінжиніринг є кроком до постійного вдосконалення програмного забезпечення для кращого розвитку та клієнтського досвіду. Крім того, це спосіб зробити існуючі продукти покращеними.

Необхідність реінжинірингу програмного забезпечення стає невід'ємною частиною покращення якості ваших продуктів. Цей процес додає більше цінності вашому бізнесу, оскільки він не лише покращує ваші послуги, але й сприяє додатковому доходу.

Реінжиніринг програмного забезпечення є економічно ефективним методом розробки програмного забезпечення. Чому? Цей процес дозволяє виявити непотрібні елементи, реалізовані у вашому поточному програмному забезпеченні, і видалити їх із системи.

Роблячи це, ви мінімізуєте понесені витрати (часові, фінансові, прямі, непрямі тощо). Якщо клієнту потрібен продукт, який у вас уже є, але йому потрібні додаткові функції, вам, можливо, доведеться лише переробити наявний, щоб максимізувати ефективність розробки.

Що стосується економії, цей процес також полегшує обслуговування ваших продуктів. Можливість повторно перевірити програмне забезпечення може допомогти виявити кілька помилок у поточній реалізації.

Це дозволяє групі розробників приймати рішення про вдосконалення процедур розробки. Таким чином, тривалість обслуговування життєвого циклу розробки програмного забезпечення стає набагато легшою для виконання та підтримки.

Процес реінжинірингу програмного забезпечення в основному проходить три основні фази. Це (1) реверс-інжиніринг, (2) реструктуризація та (3) форвард-інжиніринг.

### **1. Зворотне проектування**

Простий пошук у Google скаже нам цезворотне проектуванняє «відтворення продукту іншого виробника після детального вивчення його конструкції або складу». Однак цей процес не обмежується лише застосуванням цього процесу до продукту іншого виробника, а й до вашого власного.

Це досягається шляхом ретельного аналізу та перевірки специфікацій системи та розуміння існуючих процесів. Систематично, реверсування життєвого циклу розробки програмного забезпечення для реалізації програмного забезпечення найкраще підходить для цієї процедури, оскільки вона зазвичай розгадує кожен рівень від вищого рівня до нижчого рівня представлення системи.

### **2. Реструктуризація**

Після завершення зворотного проектування та визначення відповідних специфікацій виконується реструктуризація. Реструктуризація пов'язана з перевпорядкуванням або реконструкцією вихідного коду та вирішенням питання про збереження чи зміну умов програмування.

Однак це не повинно вплинути на наявні функції програмного забезпечення. Натомість цей процес покращує їхню надійність і придатність до обслуговування.

Іншою частиною цієї процедури є видалення або реконструкція частин вихідного коду, які часто викликають помилки в програмному забезпеченні (також може бути налагодження).

Окрім цього, усунення застарілих або старіших версій певних частин системи (таких як програмна реалізація та апаратні компоненти) має підтримувати оновлення системи.

### **3. Передова техніка**

Потік закінчується спередова техніка. Це процес інтеграції останніх специфікацій на основі результатів оцінки зворотного проектування та реструктуризації.

Стосовно процесу в цілому, це визначається відносно зворотного проектування, коли є спроба побудувати назад, від закодованого набору до моделі, або порушити процес інтеграції програмного забезпечення.

Немає конкретної моделі SDLC, якої слід дотримуватися при реінжинірингу програмного забезпечення. Модель завжди залежатиме від того, що найкраще підходить до навколишнього середовища та реалізації вашого продукту.

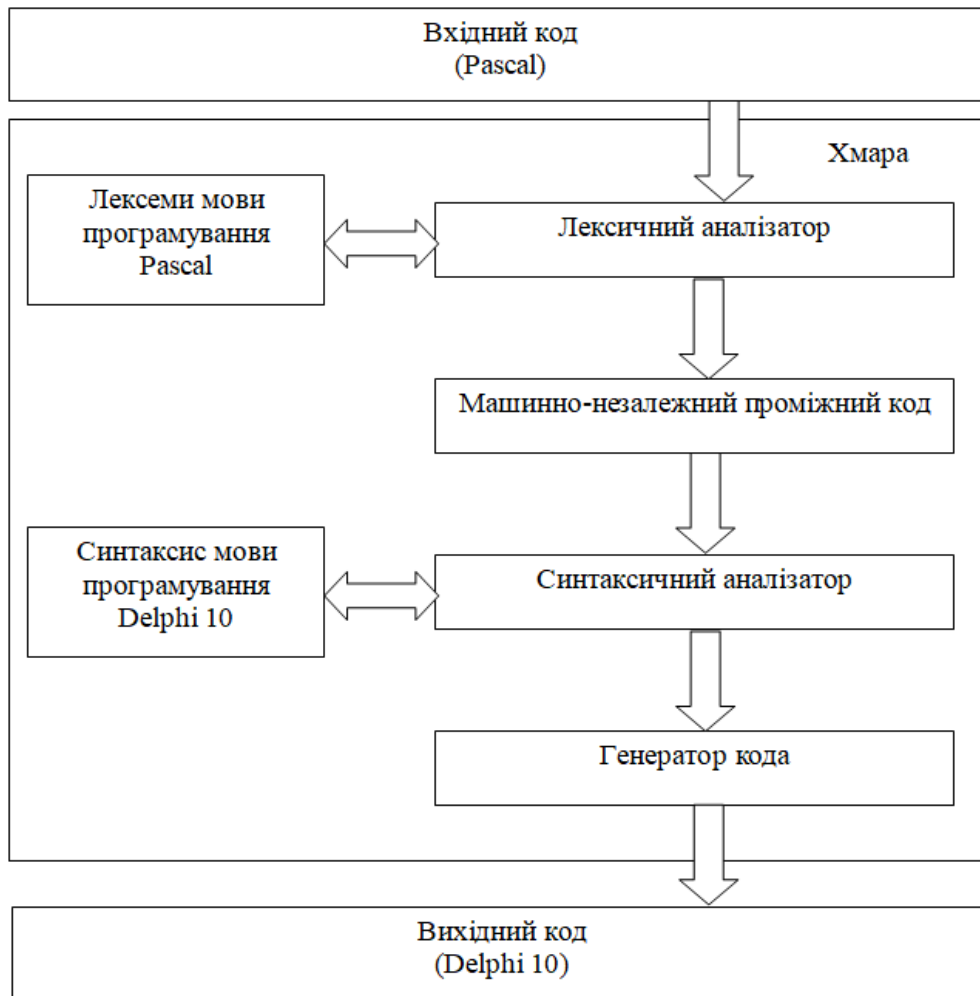


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Однак, як і розробка програмного забезпечення, це систематична розробка, яка включає процеси всередині процесів і вимагає ретельної перевірки для бездоганних результатів.

Зараз багато ІТ-компаній досягнули концепцію реінжинірингу програмного забезпечення, оскільки вони займаються розробкою програмного забезпечення. З боку клієнта, багато малих і середніх підприємств вдаються до офшорного процесу в інші країни з набагато нижчими витратами та оплатою.

Офшоринг – це розширення діяльності вашої компанії (або частини вашої компанії) в іншій країні. Це зроблено з наміром заощадити витрати, мінімізувати наванчання, отримати більше прибутку та отримати доступ до глобального ринку ІТ-індустрії з меншим наглядом, але повним контролем.

Відомим фактом є інформація про те, що зараз є велика кількість вихідного коду на старих мовах програмування, а саме таких як Pascal, Fortran, Modula.

Мови програмування застаріли та їх перестали використовувати та залишилась велика кількість вихідного коду на цих мовах. Цей код не має розвинутого інтерфейсу чи багатофункціональності але в цих кодах є реалізація математичних алгоритмів, високопродуктивних та новаторських підходів у реалізації математичних розв'язків рівнянь.

Незважаючи на те, що ці програми склалися досить давно, ідеї реалізації математичних теорій ніколи не старіють, особливо багато алгоритмічно-математичного вихідного коду використалося у вищих навчальних закладах.

Всі ці набіртки й рішення були заблоковані при старінні мови програмування.

Завдяки цьому розробка напрямку перекладу коду із застарілої мови програмування в більш новий завжди актуальна, код котрий надалі буде більш детально розглядатися та перероблятися під новий лад. Можливо також таке, що код після перетворення не буде у повній мірі робити але сама структура алгоритму залишиться.

У розробленій магістерській програмі використається переклад частин вихідного коду з мови програмування Pascal у Delphi 10.

На рисунку 1 зображена структурна схема системи де розглянута будова транслятора. При розробці схеми транслятора був проведений аналіз з теорії трансляторів [1-10].

З рисунку добре видно що транслятор розбито на декілька блоків а саме – блок лексичного аналізатора який взаємодіє з набором лексем мови програмування Pascal, проміжного машино-незалежного коду, синтаксичного аналізатора з синтаксисом мови Delphi 10 та генератора коду.

Детальний розгляд роботи цих компонентів розглянуто на функціональній схемі. На вхід транслятора поступає код Pascal, перед тим як запустити його у лексичний аналізатор (почати його оброблювати) проходить перевірка коду, що це дійсно є код Pascal. Ця дія виконується простою підстановкою шаблонного коду початку програми Pascal.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів автоматизованого реінжірингу. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем автоматизованого реінжірингу; Досліджена система автоматизованого реінжірингу; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи автоматизованого реінжірингу. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання автоматизованого реінжірингу. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
4. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
5. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
6. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
7. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
8. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
9. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
10. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International

- Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobaev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
  12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  13. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
  14. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
  15. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
  16. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  17. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
  18. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
  19. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
  20. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
  21. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.



УДК 004

Д.Сенічкін, магістр гр. КН-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЕРЕШКОДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У ХМАРІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі. Об'єктом дослідження є процес перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі. Предметом дослідження є методи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Хмарна передача даних – це процес переміщення даних у хмарне обчислювальне середовище та з нього. Існують різні потреби, які задовольняють хмарні передачі: один тип хмарної передачі даних бере дані з локального локального центру обробки даних і переносить їх у хмару. Інший тип передачі переміщує дані з однієї хмарної платформи на іншу. Третя бере дані з хмарної платформи та переносить їх у локальний центр обробки даних.

Основна перевага хмарних рішень для зберігання даних полягає в розміщенні даних у найефективніший спосіб. Зазвичай організації обирають використання хмарних служб для передачі даних або зберігання та доступу до них, виходячи з вартості, продуктивності та безпеки. Загалом, хмарне сховище забезпечує більшу еластичність, самообслуговування та резервування, що робить його чудовим вибором для організацій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі.
- Дослідження системи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі.
- Програмна реалізація системи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі.

*Об'єктом дослідження* є процес перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі.

*Предметом дослідження* є методи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Однією з проблем, з якою стикаються організації під час хмарної міграції, є концепція тяжіння даних. Гравітація, у цьому контексті, – це ідея про

те, що зі збільшенням розміру даних до них буде притягнуто більше програм і послуг. Оскільки організації потрібно більше даних, їй знадобиться більше структури для їх розміщення, а потім більше даних і так далі. Зрештою, чим більше даних, тим більше людина «застрягає» з постачальником.

#### **Переваги хмарного сховища**

– Хмара є одним із найбільш економічно ефективних методів, які може використовувати організація.

– Зі збільшенням пропускної здатності мережі зростає і швидкість, з якою дані передаються в хмару. Цей елемент особливо важливий для віддаленої робочої сили, що дає будь-якій організації можливість ефективно та ефективно передавати дані з будь-якої точки світу, не створюючи вузьких місць передачі даних.

– Сховище С Loud забезпечує підвищення гнучкості, зниження витрат і надійнішу безпеку.

#### **Недоліки хмарного сховища**

– Проблема хмарного сховища полягає в тому, щоб знайти обхідний засіб, який допоможе підключити ваш традиційний сервер і перемістити дані в хмарне середовище; наприклад, ваш відер S3 b.

– Швидкий доступ до даних неможливий без швидкого підключення до Інтернету та / або додаткової реалізації швидкої передачі файлів.

Ключ до вирішення основної проблеми хмарного сховища даних полягає в максимізації швидкості завантаження та завантаження без створення вузьких місць передачі даних, які впливають на використання вашого хмарного сховища.

#### **3 основні міркування щодо передачі даних у хмару**

Все більше організацій починають зберігати свої дані в хмарі, а не лише на локальних серверах. Але як вони переміщують дані у свої хмарні програми, використовують їх і переносять із хмари? Працюючи з хмарними програмами, важливо враховувати практичні аспекти передачі даних у хмарі, зокрема:

– Як ви будете переміщувати ці дані в хмару та з неї.

– Як ви отримаєте доступ до нього після перенесення в хмару.

– Що робити, якщо ви працюєте з такими обмеженнями, як великі набори даних, вимоги щодо короткого часу доступу або віддалені джерела та призначення.

Якщо останні сценарії схожі на вашу організацію, FileCatalyst може бути ефективним інструментом для ваших вимог до хмарної передачі даних.

FileCatalyst – це швидке рішення для передачі файлів, яке інтегрується з кількома найпопулярнішими рішеннями для зберігання об'єктів, щоб забезпечити вам гнучкість у підході. Використання програмного забезпечення для прискорення файлів для передачі хмарних даних допоможе організаціям вивчити труднощі, з якими вони зіткнуться, і способи їх подолання.

Хмарні програмні рішення масово впроваджуються, головним чином у галузях, які покладаються на швидкий доступ до даних, таких як медіа, телемовлення та розваги. У той час як у галузях із суворими вимогами дотримання вимог і безпеки, як-от банківська справа та охорона здоров'я, ці рішення були прийняті нещодавно. FileCatalyst допомагає організаціям будь-якого типу з їхніми робочими процесами, дозволяючи користувачам швидко переміщувати, редагувати та надсилати дані зацікавленим сторонам.

#### **Прискорення руху відеоресурсів для ЗМІ та розваг**

У випадку медіа-індустрії передача відеовмісту через хмару розширена можливостями FileCatalyst. Монтажні студії можуть переміщувати відеоресурси в хмару для редагування, нотування та зберігання, зокрема в основних програмах для редагування відео, таких як Avid і Object Matrix. Крім того, високопродуктивне обчислення FileCatalyst може зберігати зображення високої роздільної здатності, які потрібно проаналізувати або відредагувати в хмарі.

### **Чи безпечна передача та зберігання даних у хмарі?**

Безпека ваших даних є надзвичайно важливою, а безпека передачі та зберігання даних у хмарі настільки ж надійна, наскільки безпечні інструменти, які ви використовуєте.

Додаткові переваги передача та зберігання даних у хмарі:

- Прискорена глобальна доставка: організації можуть доставляти медіафайли високої роздільної здатності на швидкості до 10 Гбіт/с. Загалом це скорочує виробничі цикли та робочі процеси.
- Повний контроль пропускну здатності: навіть за поганих умов мережі організації можуть регулювати передачу за важливістю та уникати збоїв у мережі.
- Економія часу та грошей: за допомогою рішень можна уникнути всіх зависань, пов'язаних із передачею фізичних медіа.
- Передача зростаючих файлів: файли можна передавати під час їх кодування, щоб покращити зручність використання та якість швидкості передачі.
- Незрівнянна безпека: організації можуть забезпечити конфіденційність передачі файлів за допомогою галузевих стандартних сертифікатів шифрування, таких як AES і SSL.
- Попередній перегляд із низькою роздільною здатністю: у рішеннях організації можуть переглядати попередні перегляди з низькою роздільною здатністю, щоб переконатися, що вони отримали доступ до потрібного вмісту.

### **Протокол Noiseless Channel.**

У сучасному швидкому цифровому світі ефективність і надійність комунікаційних мереж мають вирішальне значення як для компаній, так і для окремих осіб. Одним з важливих аспектів цих мереж є безшумний каналний протокол, набір правил, які регулюють передачу даних між пристроями з мінімальними перервами чи помилками.

Цей протокол відіграє важливу роль у забезпеченні безперебійного зв'язку шляхом мінімізації втрачених або пошкоджених кадрів під час передачі. У цій статті ми детально розглянемо, що таке безшумні протоколи каналів, чим вони відрізняються від шумних каналів, їхнє значення для покращення продуктивності систем зв'язку тощо.

Ключові висновки:

- Noiseless Channel Protocol забезпечує ідеальну передачу даних без втрати або пошкодження кадрів, покращуючи продуктивність мережі зв'язку.
- Впровадження заходів контролю помилок і резервування в безшумних каналах додатково підвищує ефективність і надійність передачі даних.
- Шумні канали зазнають перешкод і створюють проблеми для надійної передачі даних, але такі протоколи, як Алгоритм вибіркового повторення, можуть пом'якшити їх вплив.
- Безшумні каналні протоколи забезпечують підвищену безпеку конфіденційної інформації за допомогою вдосконалених методів криптографії, які шифрують передані дані, ускладнюючи доступ неавторизованих сторін.

### **Розуміння визначення та властивостей безшумного каналу**

Безшумні канали визначаються як ідеальні канали зв'язку, які забезпечують ідеальну передачу даних без втрачених або пошкоджених кадрів, уможливаючи впровадження протоколів контролю помилок для подальшого підвищення їх надійності.

### **Ідеальний зв'язок без втрачених або пошкоджених кадрів**

У сфері комунікаційних мереж досягнення ідеального зв'язку без втрачених або пошкоджених кадрів є важливим для ефективно та надійно передачі даних. Безшумні каналні протоколи мають на меті забезпечити цей рівень безпомилкового зв'язку шляхом впровадження суворих методів контролю помилок.

Наприклад, протокол Simplex забезпечує пряму передачу пакетів даних від джерела до пункту призначення в безшумному середовищі, гарантуючи, що кожен пакет надходить без будь-яких втрат або пошкоджень.

Щоб додатково проілюструвати цю концепцію, розглянемо приклад, коли два мережеві адміністратори працюють разом над критичним проектом, який потребує постійних оновлень у режимі реального часу, пов'язаних із статусом кібербезпеки їхньої організації.

Використовуючи безшумні каналні протоколи з суворими заходами контролю помилок, ці професіонали можуть миттєво обмінюватися точною інформацією між своїми системами без перерв через втрату або пошкодження кадрів даних, що дозволяє їм оперативно реагувати на потенційні загрози та підтримувати оптимальні стандарти безпеки в інфраструктурі робочого місця.

#### **Реалізація контролю помилок у безшумних протоколах каналу**

Однією з ключових переваг безшумного каналу є те, що він забезпечує ідеальний зв'язок без втрачених або пошкоджених кадрів. Однак навіть у цьому ідеальному сценарії все ще важливо впровадити заходи для контролю помилок.

Один із таких підходів передбачає використання надмірності в даних, що надсилаються через канал.

Іншим широко використовуваним методом контролю помилок у безшумних каналах є алгоритм вибіркового повторення.

Загалом, впровадження методів контролю помилок у безшумних протоколах каналів гарантує, що передача даних є ефективною, безпечною та надійною, що веде до кращої продуктивності мереж зв'язку порівняно з шумними каналами, де існує велика ймовірність дублювання, що спричиняє непотрібне навантаження на лінії передачі, що спричиняє подальші затримки створення таких систем. з часом стає все більш неефективним.

#### **Відмінності між безшумними та шумними каналами**

У цьому розділі ми розглянемо визначення шумних каналів і проблеми, які вони створюють у мережах зв'язку, а також переваги використання замість них протоколу безшумних каналів.

#### **Визначення зашумлених каналів**

Простіше кажучи, зашумлений канал – це канал зв'язку, який відчуває перешкоди або спотворення під час передачі даних. Ці перешкоди можуть бути спричинені зовнішніми факторами, такими як електромагнітне випромінювання, або внутрішніми факторами, наприклад електронними компонентами всередині системи.

На відміну від безшумних каналів, де є ідеальний зв'язок без втрачених або пошкоджених кадрів, зашумлені канали створюють кілька проблем у протоколах зв'язку.

Ці виклики вимагають впровадження таких методів контролю помилок, як автоматичний запит на повторення (ARQ), протокол зупинки та очікування, алгоритм вибіркового повторення та інші, щоб забезпечити надійну та безпечну передачу даних між двома пристроями, які спілкуються через канал.

#### **Проблеми та рішення в зашумлених каналах**

Шумні канали створюють низку проблем, коли йдеться про передачу даних. Однак існує кілька рішень, які можна застосувати для вирішення цих проблем. Ось кілька ключових моментів, які слід враховувати –

– Визначення зашумлених каналів:

Шумні канали – це канали зв'язку, які страждають від перешкод або шуму, що спричиняє помилки в передачі.

– Проблеми в шумних каналах:

Нижче наведено деякі поширені проблеми, пов'язані з шумними каналами:

Втрачені кадри: передача може втрачати деякі кадри через шум, що призводить до неповних даних.

Пошкоджені кадри: у випадках, коли кадр було пошкоджено під час передачі через шум, він може бути неправильно отриманий на іншому кінці.

Дублювання: у певних ситуаціях один і той самий кадр може передаватися кілька разів через перешкоди, що спричиняє надмірність і сповільнює швидкість передачі.

– Рішення для зв'язку в зашумлених каналах. Нижче наведено кілька поширених рішень для ефективної комунікації в галасливих каналах:

Протокол зупинки та очікування: це надійний протокол, який гарантує, що дані не будуть втрачені під час передачі, надсилаючи один кадр за раз і очікуючи підтвердження перед надсиланням наступного.

Алгоритм селективного повторення: цей протокол допомагає підвищити ефективність у шумних каналах, дозволяючи надсилати кілька кадрів одночасно, гарантуючи повторну передачу лише відсутніх або пошкоджених кадрів.

Кодування каналу: ця техніка передбачає додавання надлишкової інформації до вихідних даних перед передачею, що дає змогу виявляти та виправляти помилки, які виникають під час передачі.

– Переваги вирішення проблем у зашумлених каналах:

Використання відповідних протоколів і методів може допомогти подолати проблеми, пов'язані з зашумленими каналами, і підвищити продуктивність шляхом підвищення надійності та збільшення пропускної здатності даних.

Ефективно впроваджуючи ці рішення, комп'ютерні мережі можуть забезпечити ефективний і безпечний зв'язок навіть за наявності великої кількості шумів або перешкод.

### **Значення та переваги протоколу Noiseless Channel**

Безшумні каналні протоколи мають численні переваги, включаючи підвищену ефективність передачі даних, підвищену безпеку конфіденційної інформації та підвищену надійність і продуктивність у мережах зв'язку.

Підвищена ефективність передачі даних

Однією з важливих переваг впровадження безшумного каналного протоколу є підвищення ефективності передачі даних. Без втрачених або пошкоджених кадрів дані можуть передаватись безперебійно без необхідності повторної передачі чи затримок.

Крім того, безшумні канали пропонують покращену продуктивність порівняно з традиційними шумними каналами, оскільки вони не несуть накладних витрат, пов'язаних із механізмами контролю помилок.

Реалізація контролю помилок у зашумлених каналах вимагає додаткових бітів для виявлення та виправлення помилок, які виникають під час передачі.

Однак у безшумному каналному протоколі, такому як симплексний протокол або протокол зупинки та очікування, ці додаткові біти не потрібні, оскільки немає помилок, які потрібно виправити.

### **Посилений захист конфіденційної інформації**

Однією з найбільш значущих переваг впровадження безшумного протоколу каналу є покращений захист конфіденційної інформації. Безшумні канали забезпечують ідеальне середовище зв'язку без можливості перехоплення або підслуховування сторонніми особами.

Безшумні протоколи каналів використовують передові методи криптографії, які шифрують дані для забезпечення наскрізної безпеки під час передачі. Шифрування практично унеможливує доступ неавторизованих сторін до інформації без відповідних ключів автентифікації та дешифрування.

Забезпечуючи конфіденційність і цілісність переданої інформації, безшумні протоколи каналів підвищують довіру між пристроями, що спілкуються, одночасно знижуючи ризик витоку конфіденційних даних, що може призвести до крадіжки, шахрайства або незаконного привласнення особистих даних.

### **Покращена надійність і продуктивність у мережах зв'язку**

Безшумні каналні протоколи мають значні переваги для мереж зв'язку, включаючи підвищену надійність і продуктивність. Безшумний каналний протокол гарантує, що передача даних не містить помилок, втрачених і пошкоджених кадрів.

Це забезпечує ефективну передачу даних із меншою кількістю затримок або перерв.



Безшумні каналні протоколи також підвищують безпеку в мережах зв'язку, ускладнюючи перехоплення конфіденційної інформації під час передачі неавторизованим особам.

Деякі протоколи криптографії використовують методи зменшення шуму, щоб запобігти будь-якому прослуховуванню обробки цифрового сигналу.

Підсумовуючи, впровадження безшумних каналних протоколів має численні переваги для мереж зв'язку щодо підвищення надійності, підвищення ефективності передачі даних і підвищення безпеки відправника конфіденційної інформації в мережі.

Підсумовуючи, Noiseless Channel Protocol відіграє важливу роль у підвищенні надійності, безпеки та продуктивності комунікаційних мереж. Забезпечуючи ідеальний зв'язок без втрачених або пошкоджених кадрів і впроваджуючи механізми контролю помилок, ефективність передачі даних підвищується.

Крім того, методи зменшення шуму, такі як каналне кодування та методи модуляції, можуть бути використані для вдосконалення теорії інформації та бездротового зв'язку. Хоча шумні канали створюють проблеми, такі протоколи, як алгоритм вибіркового повторення, можуть пом'якшити їх вплив.

### Розробка структурної схеми

Структурна схема системи перешкодостійкого кодування для передачі даних по комп'ютерній мережі зображена на рисунку 1.

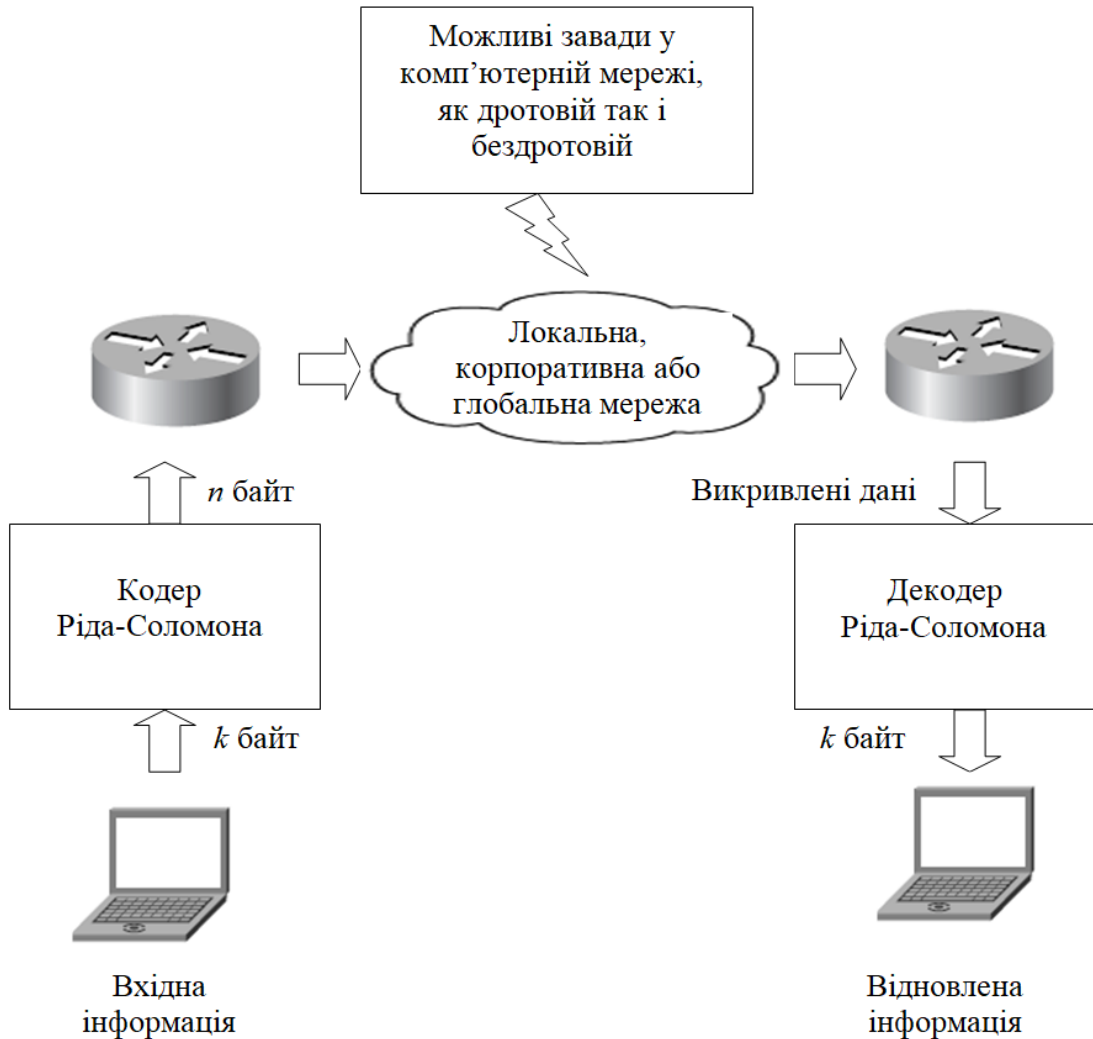


Рисунок 1 – Структурна схема системи

З цієї схеми ми бачимо, що над вхідними даними, перед передачею у комп'ютерну мережу, відбуваються перетворення кодеком Ріда-Соломона. Після кодування дані передаються у мережу.

При зчитуванні інформації, розроблене програмне забезпечення декодує інформацію, яка надходить з комп'ютерної мережі, і якщо потрібно, після проведення відповідних перевірок, проводить відновлення втраченої інформації. Якщо таке відновлення неможливе, то програма видає відповідне повідомлення.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі; Досліджена система перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530*, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
10. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
13. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication*

- Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
  17. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
  20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
  22. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
  23. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.

УДК 004

М.Середа, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОННОЇ ПОШТИ ПО ПРОТОКОЛАМ ІМАР ТА SMTP

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP. Об'єктом дослідження є процес обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP. Предметом дослідження є методи обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP. Методи дослідження базуються на методах теорії телеграфіку, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Поштовий клієнт – це комп'ютерна програма, яка використовується для читання та надсилання електронних повідомлень. Однак клієнт електронної пошти – це не те саме, що сервер електронної пошти; останнє – це апаратне забезпечення, яке централізовано транспортує та зберігає пошту для багатьох користувачів електронної пошти. Клієнт електронної пошти, навпаки, – це те, з чим взаємодіє такий один користувач, як ви. Як правило, клієнт завантажує повідомлення з сервера для локального використання (або для використання в браузері) і завантажує повідомлення на сервер для доставки одержувачам. Клієнт електронної пошти дозволяє читати, упорядковувати та відповідати на повідомлення, а також надсилати нові електронні листи. Щоб упорядкувати електронну пошту, поштові клієнти зазвичай пропонують папки, мітки або те й інше. Інтегрована пошукова система дозволяє знаходити повідомлення за такими деталями, як відправники, теми, час отримання та вміст. Окрім тексту, клієнти електронної пошти також обробляють вкладення, тому ви можете надсилати та отримувати комп'ютерні файли (наприклад, зображення, документи чи електронні таблиці) електронною поштою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP.
- Дослідження системи обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP.
- Програмна реалізація системи обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP.

*Об'єктом дослідження* є процес обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP.

*Предметом дослідження* є методи обробки електронної пошти по протоколам ІМАР та SMTP.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії телетрафіку, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Клієнт електронної пошти – це програма, яка дозволяє надсилати, отримувати та впорядковувати електронні листи на комп'ютері, планшеті чи смартфоні. Поштові клієнти – це програми з інтерфейсом для читання електронних листів і відповідей на них, сортування повідомлень у папках або додавання міток, написання нових повідомлень і керування вкладеннями.

#### **Приклади поштового клієнта**

Зазвичай поштові клієнти – це окремі програми, які ви встановлюєте на свій пристрій. До популярних поштових клієнтів настільного комп'ютера належать Microsoft Outlook, Mozilla Thunderbird і Apple Mail. Для мобільних пристроїв Apple Mail, Gmail, Outlook і Proton Mail пропонують зручні програми з розширеними функціями, які допоможуть вам бути в курсі папки "Вхідні". Більшість основних служб електронної пошти також пропонують веб-електронну пошту або веб-пошту. Коли ви отримуєте доступ до Gmail, Outlook або Proton Mail в Інтернеті, ваш браузер стає свого роду клієнтом електронної пошти, що дозволяє надсилати, отримувати та впорядковувати пошту.

#### **Як працюють клієнти електронної пошти?**

Поштові клієнти використовують протоколи електронної пошти для підключення до поштових серверів для надсилання та отримання повідомлень:

– SMTP (Простий протокол передачі пошти) (нове вікно) це протокол вихідної електронної пошти, який використовується для надсилання повідомлень із клієнта електронної пошти на поштовий сервер.

– IMAP (протокол доступу до обміну повідомленнями в Інтернеті) (нове вікно) це протокол вхідної електронної пошти, який використовується для отримання та синхронізації електронної пошти з поштовим сервером і кількома клієнтами електронної пошти (пристроями).

– POP3 (протокол поштового відділення) (нове вікно) це старіший протокол вхідної електронної пошти, який дозволяє лише завантажувати повідомлення в клієнт електронної пошти.

Простіше кажучи, ось як клієнт електронної пошти працює з цими протоколами:

1. Ви створюєте повідомлення в поштовому клієнті на телефоні, комп'ютері чи планшеті та натискаєте Надіслати.

2. Ваше повідомлення доставляється на сервер вихідної пошти (SMTP), який передає його через Інтернет на сервер вхідної пошти (IMAP/POP3).

3. Сервер вхідної пошти доставляє ваше повідомлення та вкладені файли одержувачу.

#### **Як працюють поштові клієнти**

Поштові клієнти використовують SMTP для надсилання електронних листів. Але якщо ви вручну налаштуєте свій клієнт і маєте вибір між IMAP і POP3 для вхідної пошти, виберіть IMAP. Оскільки POP3 працює лише в одному напрямку, завантажуючи повідомлення на пристрій і (зазвичай) видаляючи його з сервера, він не може синхронізувати ваші повідомлення на різних пристроях.

Навпаки, за допомогою IMAP ви можете синхронізувати свою пошту (включаючи вкладення) на всіх своїх пристроях. Наприклад, ви можете:

– Надішліть електронний лист на один пристрій, і його буде додано до папки «Надіслані» на всіх пристроях. За допомогою POP надіслані елементи можна зберігати лише на тому пристрої, з якого вони надіслані.

– Позначте повідомлення як прочитане, і воно відобразиться як прочитане на всіх пристроях. За допомогою POP повідомлення електронної пошти як прочитане відображається лише на пристрої, на якому ви його позначили.



– Створіть папки або інші налаштування на одному пристрої, і вони будуть доступні на всіх пристроях. За допомогою POP ви повинні вручну налаштувати папки та налаштування на кожному пристрої.

– Отримуйте електронні листи, які надходять на ваш пристрій. За допомогою POP ваш поштовий клієнт періодично перевіряє наявність нових повідомлень і отримує їх.

Коротше кажучи, IMAP у більшості випадків є найкращим протоколом для більшості людей.

#### **Навіщо використовувати поштовий клієнт?**

Поштові клієнти для комп'ютерів мають деякі переваги перед веб-поштою. Ось чому ви можете використовувати окрему програму електронної пошти замість або разом із веб-поштою на своєму комп'ютері.

#### **Керуйте кількома обліковими записами**

Поштові клієнти дозволяють керувати кількома обліковими записами електронної пошти від різних постачальників послуг електронної пошти. Замість того, щоб входити на різні сторінки веб-пошти для різних облікових записів електронної пошти, ви можете керувати всіма своїми обліковими записами за допомогою однієї програми.

#### **Доступ до електронної пошти в автономному режимі**

Ви можете легко завантажувати та зберігати електронні листи на своєму пристрої для доступу до них у режимі офлайн за допомогою поштових клієнтів. Офлайн-доступ може бути корисним, коли у вас немає підключення до Інтернету, наприклад під час подорожі.

#### **Створіть резервну копію повідомлень**

Поштові клієнти дозволяють легко створювати резервні копії ваших електронних листів і зберігати їх локально або на зовнішньому жорсткому диску. Таким чином ви збережете контроль над своїми даними та зможете відновити повідомлення, якщо їх випадково видалено чи втрачено.

#### **Налаштуйте свою електронну пошту**

Найкращі постачальники веб-пошти, такі як Proton Mail, дозволяють змінювати макет, тему та інші параметри, щоб персоналізувати свою електронну пошту. Окремі клієнти електронної пошти можуть підтримувати додаткові додатки для подальшого налаштування вашого досвіду.

#### **Підвищте свою продуктивність**

Розширені служби веб-пошти, такі як Proton Mail і Gmail, містять інструменти для полегшення робочого процесу, як-от комбінації клавіш, розширені параметри фільтрації та планування надсилання електронних листів пізніше. Окремі поштові клієнти можуть пропонувати додаткові параметри або інтеграцію програм.

#### **Додати розширені функції**

Найкращі клієнти електронної пошти також дозволяють додавати розширення або доповнення з більш розширеними функціями. Наприклад, з Mozilla Thunderbird з відкритим кодом (нове вікно), ви можете отримати різні доповнення для підвищення конфіденційності та безпеки (нове вікно).

#### **Навіщо використовувати веб-пошту замість поштового клієнта?**

Незважаючи на наведені вище переваги поштових клієнтів, ви можете віддати перевагу використанню веб-пошти замість поштового клієнта, залежно від ваших потреб. Ось деякі переваги використання веб-пошти замість настільного поштового клієнта.

#### **Доступ з будь-якого пристрою**

Веб-пошта дозволяє отримати доступ до електронної пошти з будь-якого пристрою зі стандартним браузером і підключенням до Інтернету. Таким чином ви можете керувати своєю електронною поштою на будь-якому пристрої без встановлення додаткового програмного забезпечення.

### **Налаштуйте свою електронну пошту один раз**

Веб-пошту зазвичай легко налаштувати. Після вибору параметрів і налаштувань вони будуть однаковими на всіх пристроях. Навпаки, більшість програм електронної пошти потрібно налаштовувати вручну на кожному пристрої.

### **Будьте в курсі подій**

Хороші постачальники веб-пошти, як-от Proton Mail, гарантують, що їхні служби оновлюються останніми виправленнями безпеки та функціями користувача. На відміну від програм електронної пошти, вам не потрібно турбуватися про оновлення веб-пошти, щоб залишатися в безпеці та бути в курсі подій.

### **Електронна пошта на всіх платформах**

Веб-пошта працює в усіх операційних системах, якщо у вас є веб-переглядач, незалежно від того, користуєтеся ви комп'ютером Windows, Mac чи Linux чи мобільним пристроєм. З клієнтами електронної пошти ви можете не знайти програму, яка добре працює або доступна для всіх ваших пристроїв.

### **Електронна пошта без додаткових витрат**

Сервіси електронної пошти зазвичай надають веб-пошту безкоштовно. Хоча багато хороших поштових клієнтів є безкоштовними, деякі вимагають одноразового платежу або постійної підписки, щоб установити програму або отримати доступ до розширених функцій.

### **Поштові клієнти та зашифрована електронна пошта**

Незалежно від того, який клієнт електронної пошти ви виберете, ви захочете переконатися, що ваша електронна пошта є конфіденційною та безпечною. Однак великі безкоштовні постачальники послуг електронної пошти, такі як Gmail і Outlook, не є приватними (нове вікно) або безпечний. Єдиний спосіб забезпечити справжню конфіденційність – використовувати наскрізне шифрування (нове вікно).

Деякі клієнти електронної пошти, наприклад Mozilla Thunderbird, мають вбудовану підтримку наскрізного шифрування PGP (нове вікно), а інші підтримують PGP із доповненнями. Ви також можете отримати розширення для браузера, наприклад Mailvelope з відкритим кодом (нове вікно), щоб використовувати PGP із веб-поштою.

Однак для налаштування клієнтів електронної пошти за допомогою PGP потрібні певні технічні знання, а деякі додатки PGP і розширення для браузера мають інші недоліки, як-от відсутність автоматичного шифрування вкладень.

### **Вибирайте клієнта, залишайтеся в безпеці**

Зрештою, вибір окремого клієнта електронної пошти замість веб-пошти на комп'ютері залежить від того, що вам потрібно та що віддає перевагу.

Якщо ви користуєтеся розширеною службою електронної пошти, як -от Proton Mail із наскрізним шифруванням, ви можете бути задоволені веб-поштою. Proton Mail в Інтернеті має всі функції, необхідні для керування та впорядкування вашої пошти. Або ви можете віддати перевагу автономному настільному клієнту, наприклад Outlook, Apple Mail або Thunderbird, залежно від вашої операційної системи.

### **Розробка структурної схеми**

#### **SMTP, IMAP і POP3**

IMAP і SMTP – це протоколи, які використовуються клієнтами електронної пошти для надсилання та отримання безпечних електронних листів. POP3 – це застарілий стандарт, який сьогодні використовується все рідше.

#### **SMTP**

Простий протокол передавання пошти (SMTP) – це протокол **вихідної** електронної пошти, який використовується для надсилання електронних листів із клієнта електронної пошти на поштовий сервер. Він працює наступним чином:

1. Ви вводите свою електронну пошту (і додаєте будь-які вкладення) локально у своєму поштовому клієнті.
2. Коли ви натискаєте **Надіслати**, ваш поштовий клієнт підключається до поштового сервера SMTP і передає електронну пошту.

3. Після того, як електронний лист буде передано, ваш поштовий клієнт відключається від поштового сервера.

Більшість поштових серверів приймають з'єднання через TCP-порт 587 і TCP-порт 2525. Різні служби електронної пошти можуть використовувати інші порти, хоча багато з них блокують вихідні з'єднання клієнтів через TCP-порт 25, оскільки, хоча цей порт використовується для зв'язку між серверами SMTP, ним часто зловживають за розсилку спаму (нове вікно).

### **IMAP**

IMAP – це протокол **вхідної** електронної пошти, який використовується для отримання електронних листів із віддаленого поштового сервера до клієнта електронної пошти. IMAP може:

- Згрупуйте пов'язані повідомлення та розмістіть їх у папках.
- Визначте, чи електронний лист було прочитано, на нього відповіли чи видалено.
- Пошук повідомлень на поштовому сервері.

IMAP працює таким чином:

1. Клієнт електронної пошти підключається до поштового сервера (зазвичай через порт TCP 993, припускаючи безпечно з'єднання TLS).

2. Ви переглядаєте та керуєте своїми електронними листами на сервері.

3. Клієнт електронної пошти залишається підключеним до поштового сервера та продовжує оновлюватися в режимі реального часу, доки ви його не закриєте.

За допомогою IMAP електронні листи завантажуються окремо лише тоді, коли ви клацаєте, щоб переглянути їх. Повідомлення не видаляються із сервера (якщо ви не вирішите видалити їх, але навіть тоді вони, швидше за все, за замовчуванням будуть поміщені в папку Кошик, а не видалені відразу).

Під час підключення до поштового сервера за допомогою IMAP будь-які внесені вами зміни, як-от відповідь на електронні листи, їх видалення чи переміщення в інші папки, відбуваються на поштовому сервері. Це означає, що коли ви підключаєтеся до сервера за допомогою IMAP на іншому пристрої, усі зміни синхронізуються.

### **POP3**

POP3 – це остання версія протоколу Post Office (нове вікно) (POP) і є застарілим стандартом, який більше не використовується часто.

Як і IMAP, POP3 є протоколом **вхідної** електронної пошти, тобто він використовується для отримання електронних листів із віддаленого сервера до клієнта електронної пошти. POP3 – це простий протокол, який зазвичай працює таким чином:

1. Клієнт електронної пошти підключається до поштового сервера (зазвичай через порт TCP 995, припускаючи безпечно з'єднання TLS).

2. Завантажує електронні листи.

3. Видаляє копії завантажених електронних листів із сервера електронної пошти.

4. Відключається від сервера.

POP3 підтримує різні безпечні методи автентифікації, і його простота іноді розглядається як одна з його ключових переваг. Мало що може піти не так. Недоліком цієї простоти є те, що POP3 не пропонує розширених функцій керування електронною поштою.

Оскільки POP3 видаляє електронні листи з поштових серверів після того, як їх було отримано, це не дуже корисно для синхронізації електронних листів на різних пристроях.

Це частково вирішується за допомогою опції не видаляти електронні листи з поштового сервера після їх отримання, але IMAP набагато краще обробляє синхронізацію електронних листів між клієнтами.

### **API**

На практиці робота з підключення клієнтів електронної пошти до поштових серверів все частіше виконується програмними інтерфейсами додатків (нове вікно) (API). Це програмне забезпечення, яке, ймовірно, все ще використовує такі протоколи, як SMTP та

IMAP, але приховує внутрішні деталі зручним для користувача способом, тому вам не потрібно виконувати будь-яку ручну настройку клієнта електронної пошти.

### **Proton Mail і IMAP, SMTP. і POP3**

Proton Mail підтримує SMTP та IMAP через **Proton Mail Bridge**. Це програма з відкритим вихідним кодом, яка дозволяє вам повністю інтегрувати свій обліковий запис Proton Mail з будь-якою програмою, яка підтримує IMAP і SMTP. Це включає Microsoft Outlook, Mozilla Thunderbird і Apple Mail.

Proton Mail Bridge працює у фоновому режимі на вашому комп'ютері та плавно шифрує та розшифровує вашу електронну пошту під час надходження та виходу з вашого комп'ютера. Жодна інша служба електронної пошти не пропонує функцію, яка захищає вашу конфіденційність таким чином.

Proton Mail Bridge працює з більшістю клієнтів, які належним чином реалізують SMTP та IMAP. Ми перевіряємо, чи Proton Mail Bridge працює в Apple Mail, Outlook і Thunderbird, але інші клієнти електронної пошти також мають бути сумісні. Ми працюємо над забезпеченням більшої сумісності з більшою кількістю клієнтів у майбутньому.

Proton Mail Bridge не підтримує POP3, оскільки Proton Mail хоче забезпечити плавну роботу на кількох платформах.

### **IMAP проти POP3**

Перше, що слід зазначити, це те, що Proton Mail Bridge завжди використовує IMAP, а багато інших служб електронної пошти (зокрема Gmail) використовують API для автоматичного налаштування вашого клієнта електронної пошти.

Якщо ви вручну налаштовуєте поштовий клієнт, виберіть IMAP. Завдяки розширеним функціям керування електронною поштою та легким доступом на кількох пристроях IMAP у більшості випадків є найкращим варіантом для більшості людей.

POP3 особливо корисний, якщо у вас повільне або переривчасте з'єднання з Інтернетом, оскільки всі електронні листи завантажуються безпосередньо на ваш пристрій. POP3 також може бути корисним, якщо на вашому поштовому сервері дуже мало місця для зберігання, оскільки електронні листи зазвичай видаляються з поштового сервера під час завантаження на ваш пристрій.

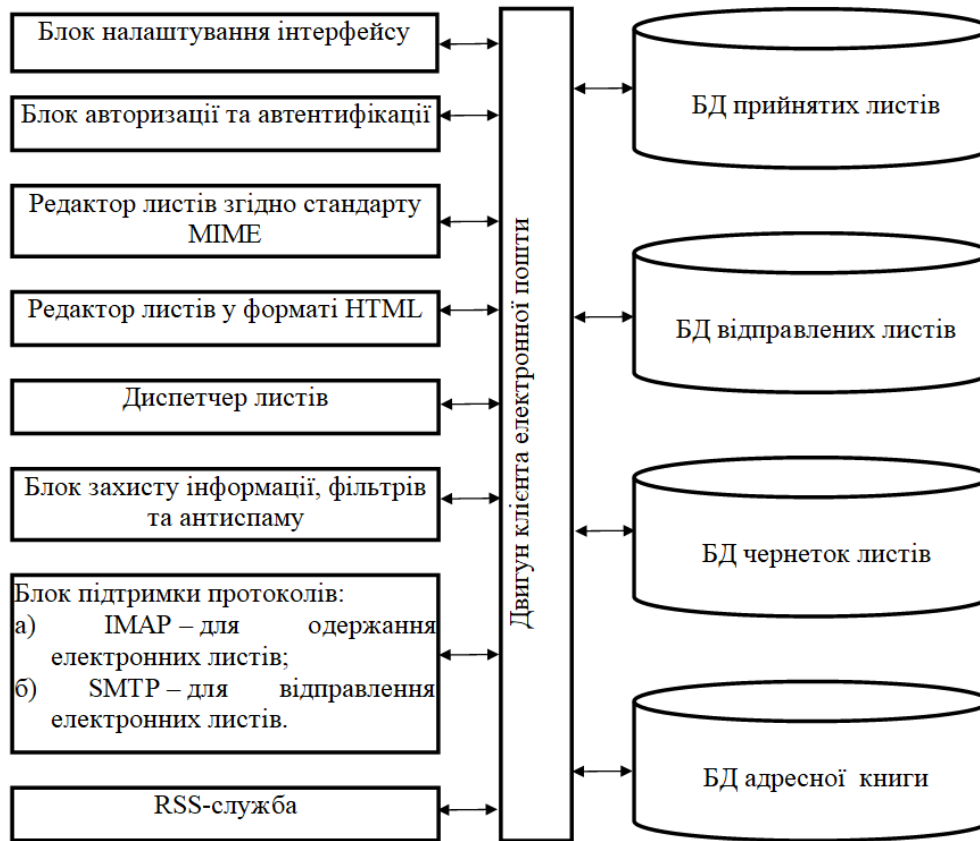


Рисунок 1 – Структурна схема розробленої системи

Структурна схема розробленого, у ході виконання магістерського проектування, програмного забезпечення зображена на рисунку 1.

Програмне забезпечення поштового клієнту складається з наступних структурних блоків:

– Двигун поштового клієнту системи електронного документообігу по протоколах POP3 та SMTP – основне ядро на якому будується поштовий клієнт.

– Блок підтримки протоколів:

а) IMAP – для одержання електронних листів;

б) SMTP – для відправлення електронних листів.

– БД адресної книги – призначена для зберігання адрес куди відправлені листи, та звідкіля отримані листи.

– БД прийнятих листів – призначена для зберігання листів надісланих користувачеві поштового клієнта.

– БД відправлених листів – призначена для зберігання листів відправлених користувачем поштового клієнта.

– Блок авторизації та автентифікації – призначений для здійснення входу до поштової скриньки згідно логіну та паролю.

– Блок захисту інформації, фільтрів та антиспаму – призначений для забезпечення конфіденційного електронного документообігу по протоколах POP3 та SMTP та захисту від спаму, тобто листів усіякої реклами, які не потрібні користувачу поштової скриньки.

– Диспетчер листів – призначений для управління отриманими, написаними, відправленими листами та чернеток листів.

– БД чернеток листів – призначена для зберігання чернеток листів написаних користувачем поштового клієнта;

– Редактор листів у форматі HTML – призначений для написання та редагування текстових листів у вигляді HTML.



- Редактор листів згідно стандарту MIME – призначений для написання та редагування листів у вигляді тексту, картинок, та інших прикріплених до листа файлів.
- Блок налаштування інтерфейсу – призначений для індивідуального налаштування інтерфейсу під конкретного користувача.
- RSS-служба – призначена для реалізації служби новин, як поштового клієнта так і глобальних.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів обробки електронної пошти по протоколам IMAP та SMTP. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем обробки електронної пошти по протоколам IMAP та SMTP; Досліджена система обробки електронної пошти по протоколам IMAP та SMTP; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи обробки електронної пошти по протоколам IMAP та SMTP. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання обробки електронної пошти по протоколам IMAP та SMTP. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
2. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
3. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
4. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
5. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
6. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
7. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
8. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.
9. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
10. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.
11. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95
12. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку»

- Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
13. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
  14. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.
  15. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х.: ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
  16. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
  17. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
  18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
  19. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології : монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139
  20. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.
  21. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
  22. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К. Метод формування антивірусного захисту даних з використанням безпечної маршрутизації метаданих. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – Том 3 № 3. – Київ: КУ ім. Бориса Грінченка. – 2019. – С. 63-87.

УДК 004

Д.Сіненко, магістр гр. КІ-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОБМІНУ ФАЙЛАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФАЙЛООБМІННОГО ПРОТОКОЛУ BITTORRENT

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Об'єктом дослідження є процес обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Предметом дослідження є методи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** У сучасному світі дуже широко розповсюджені файлообмінні мережі. Однією з можливих технологій реалізації таких мереж є використання протоколу BitTorrent. BitTorrent – пірінговий (P2P) мережний протокол для кооперативного обміну файлами через Інтернет. Файли передаються частинами, кожний torrent-клієнт, одержуючи (завантажуючи) ці частини, у той же час віддає (закачує) їхнім іншим клієнтам, що знижує навантаження й залежність від кожного клієнта-джерела. Існує безліч інших програм-клієнтів для обміну файлами за протоколом BitTorrent. Роздача може містити як один файл, так і трохи, наприклад, уміст директорії. Для кожної роздачі створюється файл метаданих з розширенням .torrent, що містить наступну інформацію:

- URL трекера;
- загальну інформацію про файли (ім'я, довжину та ін.) у даній роздачі;
- контрольні суми (точніше, геш-суми SHA1) сегментів файлів, що роздаються;
- Passkey користувача, якщо він зареєстрований на даному трекері. Довжина ключа встановлюється трекером;
- геш-суми файлів цілком (необов'язково);
- альтернативні джерела, що працюють не за протоколом BitTorrent. Найпоширеніша підтримка так званих web-сидів (протокол HTTP), неприпустимими також є ftp, ed2k, magnet URI (необов'язково).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу bittorrent.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

– Дослідження системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

– Програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

*Об'єктом дослідження* є процес обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

*Предметом дослідження* є методи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Все це може здатися трохи заплутаним, але насправді ідея досить проста. Торренти, як ви читали вище, покладаються на однорангову мережу. Це лише означає, що до торрент-даних, якими б вони не були, можна отримати доступ із кількох серверів одночасно. Кожен, хто завантажує торрент, отримує його частинами з інших серверів. Я вмикаю торрент і ділюся файлом онлайн. Десятки людей завантажують його, і ти один із них. Ваша торрент-програма вибере, з якого сервера взяти файл, залежно від того, хто наразі ділиться ним і на яких серверах є та частина файлу, яка вам зараз потрібна.

У традиційній системі обміну файлами, яка використовує файловий сервер, надання спільного доступу до програми розміром 200 МБ для 1000 людей швидко вичерпає всю пропускну здатність завантаження, особливо якщо всі запитують файл одночасно. Торренти усувають цю проблему, дозволяючи клієнтам збирати лише трохи даних від мене, трохи від іншого користувача і так далі, доки вони не завантажуть увесь файл.

Коли файл завантажено декількома особами, початковий учасник може припинити його розповсюдження, не вплинувши на інших. Файл залишатиметься доступним для будь-яких інших користувачів цього торрента через децентралізовану P2P-основу BitTorrent.

#### **Як розповсюджуються торренти**

Після створення торрента автор може поділитися однією з двох речей: файлом.TORRENT або хешем торрента, який часто називають магнітним посиланням.

Магнітне посилання – це простий спосіб ідентифікації торрента в мережі BitTorrent без необхідності мати справу з файлом TORRENT. Подібно до відбитка пальця, він унікальний для конкретного торрента, тож хоча посилання є лише рядком символів, воно так само добре, як і наявність файлу.

Магнітні посилання та файли TORRENT часто перераховуються в торрент-індексах, які є сайтами, створеними спеціально для обміну торрентами. Ви також можете ділитися інформацією про торрент через електронну пошту, текстове повідомлення тощо.

Оскільки магнітні посилання та файли TORRENT є лише інструкціями для клієнта BitTorrent, щоб зрозуміти, як отримати дані, обмінюватися ними швидко та легко.

Торрент-файл не дуже корисний, якщо він не використовується з клієнтською програмою. Ось приклад торрента, відкритого в текстовому редакторі – ви бачите, наскільки безглуздим є перегляд торрента таким чином.

#### **Загальні умови торрент**

Ось кілька корисних термінів, які варто знати під час роботи з торрентами:

–**ід**: Завантажити торрент означає поділитися ним. Кількість початкових файлів торрента – це кількість людей, які поділилися повним файлом. Нульова кількість означає, що ніхто не може завантажити весь файл.

–**Одноранговий**: одноранговий – це той, хто завантажує файл із розсівача, але ще не має повного файлу.

–**П'явка**: п'явки завантажують більше, ніж завантажують. Натомість п'явка може взагалі нічого не завантажувати після завантаження повного файлу.

–**Swarm**: група людей, які завантажують і діляться одним торрентом.

–**Трекер**: сервер, який відстежує всіх підключених користувачів і допомагає їм знайти один одного.

–**Клієнт**: програма або веб-служба, яка використовується торрент-файлом або магнітним посиланням, щоб зрозуміти, як завантажувати або завантажувати файли.

### **Як завантажувати торренти без відома провайдера?**

Використання торрентів є легальним і ефективним способом обміну великими файлами. Хоча інтернет-провайдери не заборонятимуть вам використовувати торренти, вони можуть інколи гальмувати трафік BitTorrent, що сповільнить швидкість завантаження. Якщо ви не хочете, щоб ваш провайдер знав, що ви завантажуєте торренти, вам потрібно буде використовувати віртуальну приватну мережу (VPN), яка захищає вашу конфіденційність.

### **Як завантажувати торренти за допомогою VPN?**

Щоб безпечно завантажувати торренти за допомогою VPN, знайдіть VPN для підтримки P2P, політику «нульового журналювання» (дані сеансу не відстежуються та не зберігаються), «перемикач блокування», який негайно розриває ваше інтернет-з'єднання, якщо VPN-з'єднання втрачено, і високі швидкості. Вибравши постачальника послуг VPN, завантажте та встановіть програмне забезпечення, подбавши про те, щоб використовувати найбезпечніші налаштування. Потім виберіть торрент-сервер із безпечним легальним вмістом, підключіться до VPN і встановіть безпечне з'єднання.

### **Як транслювати торренти?**

Коли ви транслюєте торрент, наприклад, файл фільму, ви зможете дивитися фільм, не чекаючи, поки завантажиться весь файл. Для цього вам знадобиться спеціальний сайт або інструмент для потокової передачі торрент-файлів. Деякі приклади включають WebTorrent Desktop, Webtor.io та Seedr. Однак перед тим, як транслювати будь-який торрент, переконайтеся, що вміст безкоштовний і доступний законно, наприклад, фільм, який є загальнодоступним.

### **Як зробити торренти швидшими?**

Є кілька речей, які ви можете зробити, щоб пришвидшити завантаження торрент-файлів. Спочатку перевірте, скільки є «сідерів» для торрент-файлу. Сідери – це люди, які продовжують ділитися торрентом після того, як його завантажили. Чим більше сідерів, тим швидше будуть завантажувати торрент-файли. Ви також можете спробувати уникати Wi-Fi на користь дротового підключення до Інтернету, завантажувати файли один за одним, обходити брандмауер або перейти на більш швидкісний тарифний план Інтернету.

### **BitTorrent**

BitTorrent – це одноранговий інструмент обміну медіафайлами, але це не так просто, як завантажувати вміст у браузері. Наш посібник покаже вам, як використовувати Torrent і як убезпечити себе під час цього.

Якщо ви проводили якийсь час в Інтернеті з початку 2000-х років, ви, мабуть, чули про BitTorrent, популярний інструмент для обміну файлами, який використовується для фільмів, програм та інших великих блоків даних. Але BitTorrent є дещо складнішим, ніж інструменти для обміну файлами, які з'явилися раніше, тому перед його використанням варто ознайомитися з його тонкощами. Наш посібник допоможе вам почати роботу.

### **Що таке BitTorrent?**

Коли ви завантажуєте файл з Інтернету, ви зазвичай завантажуєте його безпосередньо з сервера. Швидкість завантаження файлу залежить від розташування сервера, швидкості та кількості людей, які намагаються завантажити файл одночасно. Таким чином, хоча у вас може бути з'єднання 200 Мбіт/с від вашого інтернет-провайдера, ви можете завантажувати файл набагато повільніше, ніж це, якщо сервер, який надає файл, працює повільно або забивається запитами. BitTorrent – це альтернативний спосіб завантаження великих файлів, який не має тих самих недоліків. BitTorrent – це не просто програма – це одноранговий (p2p) протокол, який може використовувати будь-яка програма (хоча існує програма під назвою BitTorrent, що належить однойменній компанії, яка розробляє та підтримує сам протокол).

Замість того, щоб завантажувати файл з одного сервера, за допомогою BitTorrent ви завантажуєте частини цього файлу від інших користувачів по всьому світу, які мають той самий файл на своєму комп'ютері (отже, *одноранговий*). Файл або група файлів, які ви



завантажує, називається торрентом, обмін цими файлами називається *завантаженням*, а група людей, від яких ви завантажує, називається *роєм*. Чим більше людей підключено до певного рою, завантажуючи файл, тим швидше ви зможете завантажити цей файл. BitTorrent широко відомий як піратський інструмент завдяки своїй ефективності обміну великими файлами фільмів, музичних альбомів, програмного забезпечення та порно. Використання BitTorrent за своєю суттю не є незаконним, і протокол також бачив багато законних застосувань, зокрема обмін програмним забезпеченням з відкритим кодом, таким як Linux, надання оновлень для таких програм, як World of Warcraft, синхронізація файлів між комп'ютерами у стилі Dropbox та обмін медіафайлами, випущений через BitTorrent самими художниками. Microsoft навіть використовує подібні технології для оптимізації оновлень Windows. Загалом, BitTorrent часто використовується для піратства, оскільки його ефективність, децентралізований характер і популярність створили жваву спільноту, яка ділиться цими файлами. Якщо є щось, що ви хочете завантажити, є хороший шанс, що хтось поділиться цим із BitTorrent, законно чи ні. Якщо ви використовуєте наші інструкції з цією метою, ви робите це на свій власний ризик.

### Розробка структурної схеми

На рисунку 1 зображена структурна схема системи. Вона складається з наступних блоків:

- Вікно інформації про файли, які завантажуються та роздаються з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.
- Вікно рядку стану.
- Блок меню налаштувань.
- Панель інструментів.
- Список категорій.
- Вікно докладної інформації.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

Розглянемо принципи роботи протоколу BitTorrent.

### Як завантажити торрент

#### 1. Отримайте клієнт BitTorrent

Завантажувати файли за допомогою BitTorrent дещо складніше, ніж просто натиснути посилання у веб-браузері. Більшість браузерів не мають вбудованої підтримки BitTorrent,

тому вам потрібна спеціальна програма, яка називається клієнтом BitTorrent, яка знає, як завантажувати та збирати фрагменти файлу в торрент.

## **2. Знайдіть торрент для завантаження**

Ви можете знайти торренти для завантаження кількома різними способами. Якщо ви завантажуєте щось, що автор зробив доступним на BitTorrent, ви, ймовірно, знайдете посилання для завантаження торрент-файлу десь на їхньому сайті – наприклад, дистрибутив Linux Ubuntu пропонує торренти на своїй сторінці альтернативних завантажень. Ви також можете відвідати пошукову систему торрентів, як-от влучно названу Pirate Bay, щоб знайти щось.

## **3. Завантажте торрент-файл**

Коли ви знайдете те, що шукаєте, вам потрібно буде завантажити файл .torrent – крихітний фрагмент даних, який спрямовує ваш клієнт BitTorrent на рій, щоб він міг завантажити фактичні файли, які ви шукаєте. Отже, якщо ви завантажуєте відео, ви спочатку завантажите невеликий файл .torrent, а потім двічі клацніть його, щоб відкрити його в qBittorrent, де почнеться завантаження самого відео.

Це може здатися дещо обхідним шляхом – завантаження невеликого файлу, який спрямовує вас на інший файл, – але це спосіб роботи BitTorrent. Багато сайтів і клієнтів BitTorrent також підтримують «магнітні посилання», які дозволяють обійти файл .torrent і направити клієнта на рій простим клацанням миші. Ви знайдете файли .torrent і магнітні посилання на сторінці завантаження потрібного файлу (якщо автор підтримує BitTorrent) або в пошуковій системі BitTorrent, наприклад Pirate Bay.

## **4. Відкрийте торрент у своєму клієнтському програмному забезпеченні**

Просто двічі клацніть торрент і скажіть своїй ОС відкрити його в клієнтському програмному забезпеченні. Звідти вам потрібно буде вказати програмному забезпеченню, куди завантажити ваш файл, і ви також зможете визначити його пріоритет серед усіх інших речей, які ви хочете завантажити одночасно. Однак це індивідуальні кроки клієнта.

### **Як безпечно та швидко завантажити торрент**

Це найнеобхідніші основи, необхідні для початку роботи з BitTorrent, але вони навряд чи забезпечать вам оптимальний досвід. Нижче наведено кілька речей, які допоможуть вам бути в безпеці та забезпечити швидке завантаження.

### **Остерігайтеся зловмисного програмного забезпечення та підроблених торрентів**

Як і будь-де в Інтернеті, ви повинні бути обережними щодо того, що ви завантажуєте. Хоча багато, навіть більшість торрент-файлів містять те, що нібито містять, деякі з них обдурять вас, пообіцявши одне, а замість цього пропонуючи зловмисне програмне забезпечення, особливо якщо ви шукаєте торренти в темніших куточках Інтернету.

Багато торрент-сайтів мають коментарі на кожній сторінці, які можуть допомогти вам визначити автентичність певного торрента на основі написаного іншими користувачами. Деякі каталоги розміщують позначки поруч із іменем користувача завантажувача, позначаючи користувачів із хорошим досвідом завантаження безпечних файлів. І, звісно, ви маєте запустити хороше антивірусне програмне забезпечення, яке автоматично сканує все, що ви завантажуєте.

### **Використовуйте VPN**

Оскільки ви підключаєтеся безпосередньо до інших користувачів, щоб завантажити свій торрент, ви можете бачити IP-адресу кожного користувача в групі, і вони можуть бачити вашу. Ця IP-адреса простежується до вас, що дозволяє кожному, хто приєднається до рою, бачити, що ви завантажуєте. Деякі інтернет-провайдери, особливо ті, що знаходяться за межами США, також можуть зменшувати вашу швидкість, якщо бачать, що ви використовуєте BitTorrent. Щоб запобігти обом цим проблемам, ви повинні використовувати надійну VPN під час завантаження торрент-файлів – це приховає вашу IP-адресу від зграї та зашифрує ваш трафік, щоб ваш провайдер не знав, що ви робите.

### Уникайте мертвих торрентів

BitTorrent дозволяє завантажувати файли швидше та ефективніше, ніж пряме з'єднання з сервером, за умови, що є достатньо велика група, яка ділиться файлом. Якщо торрент має лише пару сідерів, ви, ймовірно, завантажуватимете файл дуже повільно, а якщо сідерів немає, ви взагалі не зможете отримати файл. Коли ви завантажуєте торрент, переконайтеся, що ви завантажуєте останній файл із великою кількістю сідерів, щоб забезпечити найкращу швидкість (багато сайтів вказують кількість сідерів на сторінці завантаження торрента).

### Переконайтеся, що ви відкриті для зв'язків

У наші дні більшість торрент-клієнтів налаштовано оптимально з коробки – вони створюють для себе правила брандмауера Windows і використовують UPnP або NAT-PMP для автоматичного відкриття порту, щоб розсівачі могли надсилати вам свої частини файлу. Однак якщо програма має багато засівачів і файл не завантажується, вам, можливо, доведеться вручну перенаправити порт на вашому маршрутизаторі або виконати інші дії з усунення несправностей, щоб переконатися, що ви можете підключитися до однорангових пристроїв у групі.

### Дотримуйтеся етикету BitTorrent

Хоча це не має вирішального значення для успіху, загалом вважається приємним перераховувати кошти та створювати початкові файли після їх завантаження, даючи іншим можливість завантажувати дані самостійно. Зрештою, якби не було сідерів, BitTorrent не працював би дуже добре, і ми всі застрягли б у завантаженні файлів із швидкістю равлика. Якщо ви не можете завантажувати файл вічно, принаймні заповнюйте його, доки ви не поділитеся стільки, скільки завантажили (також відоме як "співвідношення" 1:1), перш ніж видаляти торрент із вашого клієнта.

Тут є ще більше, у що ми можемо заглибитися, оскільки BitTorrent є надзвичайно потужним інструментом, якщо ви бажаєте копатися в налаштуваннях клієнта. Але для більшості початківців це повинно допомогти вам почати роботу, убезпечити вас і дозволити вам уникнути страшного «повільного сервера завантаження», наскільки це можливо.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent; Досліджена система обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
2. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
4. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes».

- International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  6. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyž, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
  7. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  8. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
  10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
  12. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
  13. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
  14. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  15. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
  16. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.
  17. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
  18. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.
  19. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95
  20. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
  21. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

УДК 004

В.Смутко, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ФОРМ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій. Об'єктом дослідження є процес вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій. Предметом дослідження є методи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної інженерії, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Підвищення продуктивності та ефективності комп'ютера шляхом оновлення апаратного забезпечення може мати великий вплив. Незалежно від того, чи обслуговуєте ви комп'ютерну систему, якою користується розробник ігор, творчий професіонал або фінансова фірма, створення швидшої та надійнішої системи за допомогою оновлення комп'ютерного обладнання є розумним кроком. Проблеми з продуктивністю та сумісністю є двома з багатьох факторів, що спонукають до необхідності оновлення апаратного забезпечення. Оновлення апаратного забезпечення комп'ютера передбачає кілька переваг, які можуть підвищити продуктивність майже будь-якої машини. По-перше, оновлення може збільшити швидкість і реакцію системи, дозволяючи користувачеві виконувати завдання більш ефективно. Незалежно від того, чи є вони багатозадачними, запускають кілька програм або розробляють візуальні креативи, які вимагають ресурсів, оновлення апаратного забезпечення може забезпечити можливість впоратися з цими вимогами. Крім того, оновлення певного апаратного забезпечення може значно покращити графічну якість дисплея, створюючи більш тонкий і захоплюючий візуальний досвід. Якщо користувач є геймером або працює з такими програмами, які інтенсивно працюють із графікою, як-от Illustrator, Photoshop або 3D-моделювання, оновлення відеокарти до швидшої версії з більшою ємністю може призвести до кращої якості зображення та швидшого часу візуалізації. Це також може дозволити художнику використовувати свій час більш ефективно. Завдяки оновленню оперативної пам'яті (оперативної пам'яті) комп'ютер може пришвидшити час виконання під час багатозадачності без затримок у продуктивності чи виконанні завдань. Проте залишається невирішеним досить широкий спектр важливих задач, що пов'язані із застосуванням альтернативних представлень логічних функцій в аспекті покращення якості систем обробки, зберігання та перетворення інформації. Отже, тема магістерського дослідження є достатньо важливою та актуальною.



**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

–Огляд існуючих систем вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій.

–Дослідження системи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій.

–Програмна реалізація системи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій.

*Об'єктом дослідження* є процес вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій.

*Предметом дослідження* є методи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій.

*Методи дослідження* базуються на методах комп'ютерної інженерії, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Компанії будь-якого розміру повинні знати, як покращити продуктивність своїх комп'ютерних систем. Комп'ютери, які працюють повільно та зависають, обмежують продуктивність вас або вашої команди.

#### **Ризики, пов'язані з тим, що підприємства НЕ покращують продуктивність своїх комп'ютерних систем**

Підприємства, які покладаються на комп'ютерні системи, щоб їх бізнес працював належним чином без збоїв, коли продуктивність комп'ютерів незадовільна, це може стати справжньою проблемою з реальними ризиками.

Нижче наведено ризики регулярного покращення продуктивності ваших комп'ютерних систем.

- Зниження продуктивності.
- Збільшений час простою.
- Повільніший час обробки.
- Вищі витрати на технічне обслуговування.
- Невдоволення клієнтів.
- Втрата доходу.
- Шкода ділової репутації.
- Більш вразливий до порушень безпеки.
- Підвищена ймовірність кібератак.

Ніхто не хоче відчувати жодного з перерахованих вище пунктів, тому далі поговоримо про переваги покращення продуктивності.

#### **Переваги покращення продуктивності ваших комп'ютерних систем**

Удосконалення ваших комп'ютерних систем може дати кілька переваг;

- Підвищена ефективність.
- Більша швидкість обробки.
- Підвищена продуктивність.
- Покращена безпека даних.
- Зменште ризики кіберзагроз.
- Зменшені витрати на технічне обслуговування.
- Подовжте термін служби комп'ютера.

- Зменшення зносу апаратних компонентів.
- Підтримуйте ділову репутацію.
- Збільшити дохід.

### **Як покращити продуктивність ваших комп'ютерних систем**

Є кілька способів покращити продуктивність комп'ютерних систем, зокрема:

- Оновіть апаратні компоненти, такі як оперативна пам'ять або процесор.
- Видаліть непотрібні програми та файли.
- Використовуйте твердотільний накопичувач (SSD) замість жорсткого диска (HDD).
- Виконуйте регулярне обслуговування, наприклад очищення диска та дефрагментацію.
- Тримайте програмне забезпечення та операційні системи в актуальному стані.
- Налаштуйте візуальні параметри для оптимізації продуктивності.
- Використовуйте антивірусну програму, щоб запобігти уповільненню роботи системи зловмисним програмним забезпеченням і вірусами.

### **Оновлення комп'ютерного обладнання – фактори, які слід враховувати**

Кваліфікований технік повинен врахувати кілька факторів перед початком будь-якого оновлення апаратного забезпечення комп'ютера. Це необхідно для того, щоб вони зробили правильний вибір. Кінцевим результатом має бути найкращий сценарій, побудований на основі трьох важливих факторів: потреб користувача, сумісності та загальної вартості та очікуваних переваг.

### **Моделі використання комп'ютера та потреби кінцевого користувача**

По-перше, оцініть конкретні потреби та вимоги, які запитує кінцевий користувач. Для яких завдань вони переважно використовують свій комп'ютер? Чи є вони професійними цифровими художниками чи редакторами фільмів, які використовують ресурсомістке програмне забезпечення, чи вони використовують переважно набір резидентних офісних інструментів, як-от офісний пакет Microsoft? Розуміння їх використання допоможе вам визначити, які оновлення компонентів створять систему з найкращою продуктивністю.

### **Сумісність комп'ютерного обладнання**

Сумісність є ключем до успішного оновлення. Технік відповідає за те, щоб апаратні компоненти, які використовуються під час оновлення системи, були повністю сумісні з існуючою системою. Кваліфікований фахівець з комп'ютерних систем повинен знати, як досліджувати та розуміти технічні посібники та документацію виробників, щоб уникнути проблем із сумісністю.

### **Вартість комп'ютерного обладнання проти вигоди**

Бюджет, доступний для інвестування в оновлення апаратного забезпечення, є важливим фактором. Оскільки комп'ютерне обладнання може бути значною інвестицією, дуже важливо визначити, скільки можна витратити. Які компоненти забезпечать найбільш значне підвищення продуктивності в межах зазначеного бюджету?

### **Загальні оновлення комп'ютерного обладнання**

Ось п'ять прикладів апаратних компонентів комп'ютера, які можна оновити для підвищення продуктивності комп'ютера:

- Процесор (ЦП): потужніший процесор (ЦП) із ефективнішим дизайном може значно підвищити швидкість обчислення системи та загальну продуктивність.
- Відеокарта (GPU): Якщо користувач працює з програмами, які інтенсивно працюють із графікою, оновлення відеокарти може покращити візуальні можливості системи. Це часто працює разом із збільшенням оперативної пам'яті (RAM).
- RAM (оперативна пам'ять): більшість комп'ютерів мають кілька слотів для оперативної пам'яті. Це створює два способи збільшення оперативної пам'яті: додавання додаткових карток того самого типу, що гарантує сумісність, або оновлення до швидших та більших карток. Тип картки та/або кількість карток може значно покращити багатозадачність і швидкість. Більшість материнських плат мають кілька відсіків для додавання більшої кількості та/або швидших карт оперативної пам'яті.

–Зберігання: якщо поточна система використовує фізичний жорсткий диск (HDD), розгляньте можливість оновлення до твердотільного накопичувача (SSD). Цей крок може значно скоротити час завантаження та підвищити швидкість передачі файлів.

–Блок живлення (БП): мудре оновлення, яке потрібно зробити, якщо ви також оновлюєте інші компоненти. Блок живлення з більшою ефективністю може забезпечити надійне та стабільне живлення для оновлених компонентів.

Це лише кілька прикладів: будь-який пристрій у системі комп'ютера можна оновити, якщо підвищення продуктивності відповідає або перевищує потреби користувача та залишається в межах бюджету для оновлення.

### **Вибір правильних апаратних компонентів**

Дуже важливо, щоб технік вибрав компоненти, сумісні з системою, яка оновлюється.

Слід враховувати три правила вибору компонентів

–Визначення сумісного оновлення апаратного забезпечення: Перевірте специфікації комп'ютерної системи та визначте тип материнської плати, процесора та оперативної пам'яті. Цю інформацію необхідно мати для забезпечення сумісності. Які оновлення будуть бездоганно працювати з системою?

–Дослідіть і перевірте: знайдіть час, щоб дослідити та порівняти різні варіанти апаратного забезпечення, перш ніж прийняти рішення. Необхідно враховувати багато факторів, зокрема репутацію бренду компонента та відгуки про функціональність і надійність компонента колегами в галузі. Важливо задокументувати своє дослідження, оскільки така перевірка може продемонструвати виправданість витрат і стати чудовою довідкою під час усунення несправностей та/або майбутнього обслуговування.

–Зрозумійте обмеження конкретних моделей комп'ютерів: усі комп'ютери матимуть певні обмеження на тип, розмір або кількість доступних компонентів. У апаратних конфігураціях моделей одного виробника можуть бути істотні відмінності, тому необхідно бути уважним до специфікацій. Ознайомившись із документацією та специфікаціями виробника комп'ютера, ви можете отримати вказівки та рекомендації щодо оновлення апаратного забезпечення для конкретної моделі безпосередньо від виробника. Це допомагає приймати зважені рішення та уникає проблем із сумісністю.

Включивши ці пропозиції в методологію оновлення апаратного забезпечення комп'ютера, технік може вибрати оптимальні апаратні компоненти для успішного оновлення. Важливо віддати перевагу сумісності, тому витрачайте додатковий час на дослідження та порівняння варіантів. Також враховуйте будь-які конкретні міркування щодо вашої моделі комп'ютера.

### **Встановлення та сумісність**

Коли справа доходить до оновлення апаратного забезпечення комп'ютера, встановлення та сумісність є важливими факторами, які слід враховувати. У цьому розділі ми надамо вам кілька основних, але важливих порад щодо уникнення типових проблем із сумісністю, а також поради щодо забезпечення успішного оновлення.

Покрокові довідкові поради під час встановлення апаратного забезпечення:

–Безпека перш за все. Перш ніж відкривати корпус комп'ютера, переконайтеся, що пристрій вимкнено та від'єднано від джерела живлення.

–Обережно видаліть усі існуючі з'єднання та кріплення, які утримують компонент, який потребує оновлення. Зберігайте їх збоку в лотку для запчастин для легкої ідентифікації та безпечного зберігання.

–Видаліть старий компонент і замініть його новим, покращеним компонентом. Після встановлення закріпіть нове обладнання за допомогою з'єднувачів, гвинтів або кріпильних елементів нового компонента (якщо є). Переконайтеся, що не затягуєте кріплення занадто сильно, оскільки це може пошкодити компонент або материнську плату.

–Повторно підключіть усі дроти, кабелі чи роз'єми з кроку 2 вище.

–Закріпивши всі деталі та кришки на місці, знову підключіть комп'ютер до джерела живлення та увімкніть систему. Під час завантаження комп'ютера переконайтеся, що нове обладнання виявлено.

Уникнення поширених проблем із сумісністю під час оновлення комп'ютерного обладнання:

–На етапі планування (перед купівлею оновлення апаратного забезпечення) переконайтеся, що вибраний компонент сумісний зі специфікаціями вашого комп'ютера. Завжди перевіряйте веб-сайт виробника, щоб дізнатися про специфікації та процедури встановлення, застосовні до конкретної частини.

–Переконайтеся, що в новому компоненті використовується той самий тип гнізда, слота чи роз'єму, який необхідний для належної роботи обладнання.

–Перевірте вихід джерела живлення комп'ютера – чи достатній він для живлення нових апаратних компонентів?

–Перевірте технічні форуми щодо будь-яких відомих проблем із сумісністю чи конфліктів між операційною системою чи наявними компонентами вашого комп'ютера та новим обладнанням.

Дотримуючись цих важливих порад, ви можете звести до мінімуму ризик проблем із сумісністю та можливу шкоду, яка може виникнути через погано сплановане оновлення апаратного забезпечення комп'ютера.

### **Вимірювання продуктивності оновлення комп'ютерного обладнання**

Метою оновлення апаратного забезпечення комп'ютера є підвищення продуктивності. Якісне оновлення апаратних компонентів може значно збільшити швидкість, швидкість відгуку та загальну ефективність комп'ютера.

Ось чому важливо встановити тест продуктивності перед оновленням, а потім виміряти покращення, отримані після оновлення. Швидкість обробки, швидкість відгуку та розширені можливості багатозадачності є чудовими показниками ефективності оновлень.

### **Налаштування системи мають значення**

Лише оновлення апаратного забезпечення комп'ютера, безумовно, може допомогти підвищити продуктивність, але технік також може ще більше максимізувати переваги нових компонентів, забезпечивши оптимальні параметри конфігурації, такі як керування живленням, візуальні ефекти та фонові процеси. Це може допомогти отримати всі можливі переваги продуктивності від оновлення апаратного забезпечення.

Чудовий системний технік продовжуватиме контролювати продуктивність системи та вирішуватиме будь-які проблеми, які можуть виникнути. Це буде постійний процес протягом усього життя комп'ютера. Розгляньте можливість автоматизації системи моніторингу для оновлень, налаштувавши процедуру за допомогою вбудованого системного програмного забезпечення. Це може попередити як користувача, так і техніка про будь-які проблеми з продуктивністю, які можуть виникнути.

Чи може апаратне забезпечення комп'ютера оновити комп'ютер, який буде перспективним?

На майбутнє? Ні, але ви можете максимізувати ефективність і термін служби вашої комп'ютерної системи, якщо розумієте, як її підтримувати та оновлювати. У сучасному технологічному середовищі, що швидко розвивається, дуже важливо підтримувати свою систему в актуальному стані відповідно до постійно зростаючих вимог до програмного забезпечення та програм. Прогнозуючи майбутні вимоги до апаратного забезпечення, плануючи масштабованість і майбутні оновлення, а також застосовуючи поради щодо продовження терміну служби вашого комп'ютера, ви можете переконатися, що ваш пристрій залишатиметься дієздатним і ефективним протягом багатьох років.

### **Розвивайте навички передавати поради експертів**

Як фахівець із підтримки комп'ютерних систем, керівництво буде розраховувати на здатність надавати професійні рекомендації для прийняття обґрунтованих рішень. Талановитий комп'ютерний технік стає важливим і надійним джерелом досвіду, тому для

техніка важливо постійно досліджувати нові тенденції та продукти, а також бути добре поінформованим про продуктивний ландшафт.

Технічні комп'ютерні онлайн-форуми є чудовим місцем для обміну ідеями та знаннями, а також для використання досвіду та мудрості старших спеціалістів із комп'ютерного обладнання. Ці форуми часто надають цінні посилання на технічну документацію, яку важко знайти, і інформацію щодо усунення несправностей.

Рекомендуючи оновлення апаратного забезпечення комп'ютера, завжди пам'ятайте про баланс між економічною ефективністю та досягнутою продуктивністю. Оновлення апаратного забезпечення комп'ютера, безумовно, може підвищити продуктивність і подовжити термін служби комп'ютера, але це не завжди найкраще рішення. Бути відмінним техніком з комп'ютерних систем – це частина того, щоб знати, який шлях вибрати.

Введемо ряд понять, які будуть використовуватися у цій роботі:

- оптимальна форма представлення (ОФП);
- форма представлення (ФП);
- логічна функція (ЛФ).

Запропонуємо метод дослідження структур повних множин  $L(n)$  ЛФ великих розмірностей, необхідність якого обумовлена складністю аналізу окремих елементів множини  $L(n)$  внаслідок експоненціального зростання потужності  $L(n)$  при збільшенні кількості аргументів  $n$  ЛФ, на основі теореми Муавра-Лапласа.

На основі розробленого методу для дослідження структур  $L(n)$  аналізуються спеціально сформовані статистично достовірні вибірки, які забезпечують достатньо прийнятні рівні похибок при визначенні статистичних показників  $L(n)$  при досить великих значеннях ймовірності. Пропонується, зокрема, аналізувати структуру множини  $L(5)$  на основі вибірки для статистично обґрунтованої кількості її представників в обсязі 65536 логічних функцій, яка забезпечує достовірність висновків на рівні не менше 95%. Отримана інструментальна база даних *MINFORM\_5* відіграє велике значення у систематизації інформації по  $L(5)$  та дозволяє дослідити подальшу диференціацію логічних функцій на підмножини пріоритетів, виявити нові та підтвердити вже виявлені тенденції.

В рамках розширення концепції ОФП запропонуємо варіант бінарних форм представлення на основі паралельного застосування двох базових форм для реалізації логічних функцій:

– класичної форми представлення (КФП) та алгебраїчної форми представлення (АФП),

або:

– класичної форми представлення (КФП) та Ріда-мюллерівської форми представлення (РМФП).

Об'єднання зазначених ФП обумовлюється урахуванням схемотехнічної складності та мінімальністю необхідних термів для представлення ЛФ і сприяє спрощенню структури прогнатованих логічних матриць в частині додавання кон'юнкцій.

Найбільш перспективними з точки зору структурної оптимізації мікросхем вважаються модифікації бінарних форм, що полягають у застосуванні КФП ЛФ без інвертування вхідних аргументів. Це дозволяє ліквідувати основний недолік КФП – необхідність подвоєння вхідних шин, оскільки аргументи в КФП можуть подаватися як в прямому, так і в інверсному станах.

Розроблено два нових методи мінімізації ЛФ в АФП на основі задачі лінійного програмування (ЗЛП). В першому методі в систему обмежень ЗЛП вводяться додаткові спеціальні обмеження для невідомих системи. Праві частини системи являють собою значення ЛФ на відповідних наборах вхідних аргументів, в якості невідомих виступають коефіцієнти ЛФ в АФП, а сама система обмежень являє собою систему нерівностей. Оцінка ефективності пропонованого методу визначається як інтегральний показник кількості доданків ЛФ множини  $L(n)$



$$P(n) = \sum_{i=0}^{2^{2^n}-1} S_{adi} \quad (1)$$

де  $n$  – кількість аргументів ЛФ,  $S_{adi}$  – кількість доданків  $i$ -ої ЛФ.

На основі аналізу результатів обчислювальних експериментів для множини  $L(3)$  зроблено висновок, що застосування пропонованого методу дозволяє впритул наблизитися до гранично мінімального інтегрального показника кількості доданків  $P_{пер}(3) = 963$ , отриманого в результаті повного комп'ютерного перебору з результатом – 969. Виявлено, що найбільшого ефекту надає введення обмежень для коефіцієнтів цільової функції з найбільшою довжиною кон'юнкцій.

Сутність другого методу мінімізації ЛФ в АФП ґрунтується на направленій модифікації коефіцієнтів цільової функції ЗЛП. Кількісна оцінка ефективності зазначеного методу показала, що цей метод дещо програє за ефективністю першому. Обидва запропоновані методи дозволяють зменшити час отримання результату внаслідок уникнення переборності процедури мінімізації.

Досліджено вплив порозрядного інвертування аргументів ЛФ в альтернативних ФП, суть якого полягає в тому, що деякі або, навіть, всі аргументи ЛФ використовуються не в прямій, а в інверсній формах. Отримані результати свідчать про значну середньостатистичну економію апаратних витрат із застосуванням порозрядного інвертування. Зокрема, за показником  $S_s$  для  $L(3)$  вона становить 26,5 %, для  $L(4)$  – 26,9% та  $L(5)$  – 26,15%. Це дозволяє стверджувати, що в довідкових базах даних по мінімальних формах ЛФ, кожен ЛФ необхідно супроводжувати даними про оптимальний варіант порозрядного інвертування вхідних аргументів логічної функції.

Розробимо ортогональну форму представлення логічних функцій в рамках розширення концепції ОФП.

Сформулюємо вимоги до нових потенційних ФП стосовно кількості елементів системи базисних функцій (не більше ніж  $2^n$ ) та їх ефективності (не нижчу, ніж традиційної класичної). Зазначеним вимогам повністю відповідає розроблена ортогональна форма представлення ЛФ (ОРФП). Для даної ФП характерною є декомпозиція вхідних аргументів ЛФ на інформативну  $X_Q$  та базисну  $X_\Phi$  підмножини з потужностями  $k$  та  $n-k$  відповідно. Аргументи  $X_\Phi$  утворюють ортогональні базисні функції, серед яких лише одна приймає значення, відмінне від нульового на будь-якому наборі вхідних аргументів. Аналітична форма представлення логічної функції в ОРФП має вигляд

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bigvee_{i=0}^{2^{n-k}-1} Q_i \Phi_i \quad (2)$$

де  $k$  – кількість інформативних аргументів підмножини  $X_Q$ ;  $Q_i$  – інформативні функції, утворені аргументами  $X_Q$ ;  $\Phi_i$  – базисні функції, утворені аргументами  $X_\Phi$  потужністю  $n-k$ .

Інформативні функції виступають в ролі вагових коефіцієнтів для базисних функцій, на які накладається вимога взаємної ортогональності. Відзначимо позитивні риси ОРФП:

– По-перше, ОРФП здатна повністю ліквідувати існуюче ускладнення щодо практичного впровадження концепції ОФП, оскільки в частині додавання кон'юнкцій програмованої логічної матриці (ПЛМ) достатньо простого логічного елемента типу  $OR$ .

– По-друге, ОРФП є багатоваріантною формою, що визначається кількістю інформативних аргументів та розподілом вхідних змінних на підмножини  $X_Q$  та  $X_\Phi$ .

Частковий випадок ОРФП при  $k=0$  відповідає загальновідомій класичній формі представлення.

Структуру множин  $L(n)$  з урахуванням появи нової ОРФП ЛФ демонструє діаграма Венна на рисунку 1. Межі підмножин пріоритетів  $L(n)$  обумовлені обраними критеріями складності реалізації ЛФ.

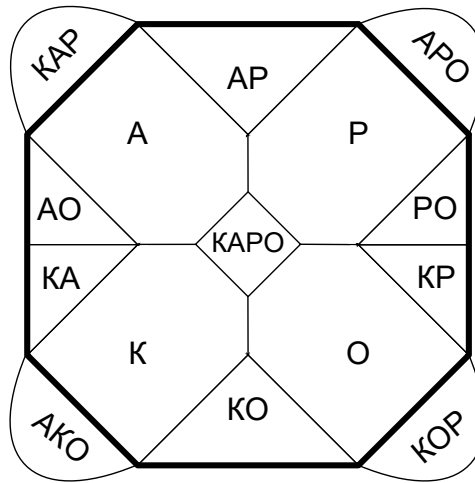


Рисунок 1 – Структура  $L(n)$  за підмножинами пріоритетів

На рисунку 1:

–  $K, A, P, O$  – так звані «чисті» підмножини пріоритетів ЛФ, для реалізації яких найбільш доцільна одна з ФП: КФП, АФП, РМФП або ОРФП відповідно;

–  $KA, KP, KO, AP, AO, PO, KAP, KAO, KPO, APO, KAPO$  – так звані «проміжні» підмножини пріоритетів ЛФ, для реалізації яких однаково доцільні декілька ФП.

Експериментально визначимо питомий склад підмножин пріоритетів  $L(n)$  при  $n = \overline{3,5}$  для нової диференціації повних множин  $L(n)$  з урахуванням ОРФП ЛФ за найбільш суттєвим показником структурної складності реалізації  $S_s$ . Результати відповідних досліджень представлені у табл. 3.1-3.2. Вищезгаданий показник для ОРФП ЛФ визначається, виходячи з наявності двох конструктивних частин ПЛМ – БФК-1 та БФК-2 (рисунок 3.2), що формують відповідно інформативні та базисні функції:

$$S_s(ОРФП) = S_s(Q) + S_s(\Phi), \quad (3)$$

де  $S_s(Q)$  – площа ПЛМ для реалізації інформативних функцій  $Q_i$  (частина БФК-1);  $S_s(\Phi)$  – площа ПЛМ для реалізації базисних функцій  $\Phi_i$  (частина БФК-2).

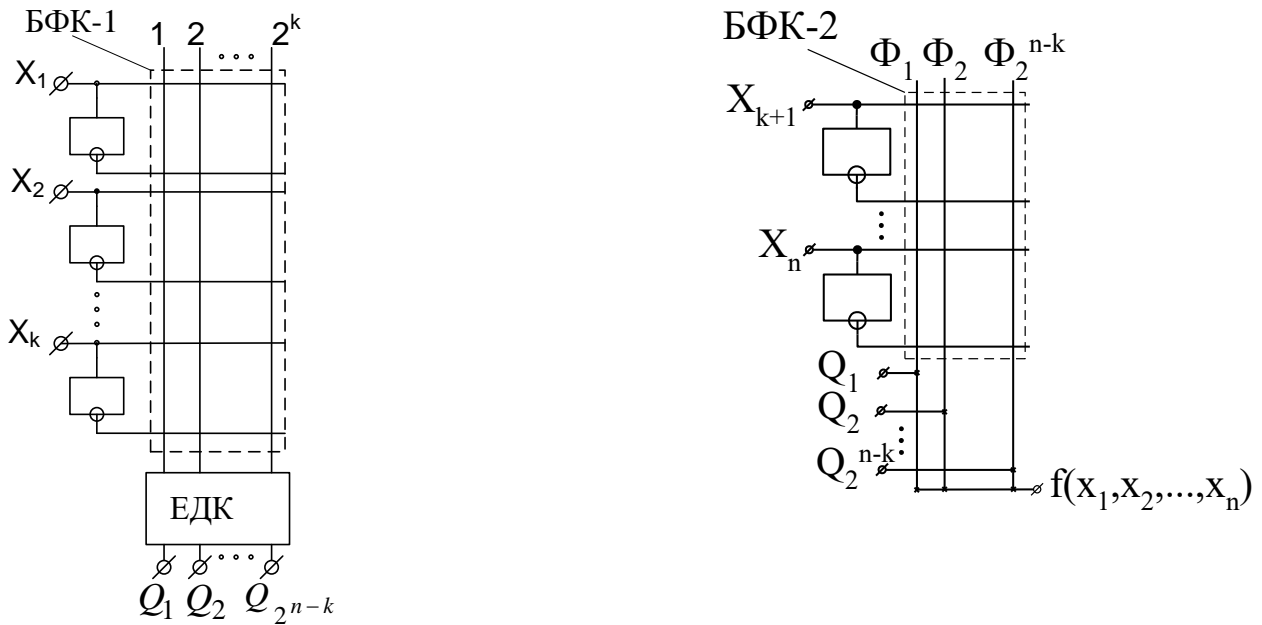


Рисунок 2 – Типова схема реалізації ЛФ у вигляді ОРФП

Таблиця 1 – Склад L(n) для «чистих» підмножин пріоритетів ЛФ за показником S<sub>S</sub>

n	Відносний вміст чистих підмножин пріоритетів, %				
	К	А	Р	О	Всього
L(3)	–	18,7	25	2,3	46
L(4)	–	31	37,4	2	70,4
L(5)	0,78	8,4	68	11,5	88,7

Таблиця 2 – Склад L(n) для «проміжних» підмножин пріоритетів ЛФ за показником S<sub>S</sub>

	Відносний вміст проміжних підмножин пріоритетів, %											
	КА	КР	КО	АР	АО	РО	КАР	КАО	КРО	АРО	КАРО	Всього
L(3)	–	–	–	51,6	–	–	0,4	–	–	–	2	54
L(4)	–	–	–	24,8	0,73	0,83	–	0,11	–	2,81	0,46	29,7
L(5)	0,14	0,61	0,6	4,8	0,42	3	0,13	0,13	0,76	0,48	0,17	11,3

Визначимо сумарні потужності підмножин, пов'язаних з відповідними ФП – CLASSIC (C), ALGEBRAIC (A), RID-MULLER (R) та ORTOGONAL (O), а також встановлено, що в загальній диференціації L(n) сумарна потужність ORTOGONAL=OUKOUAOUPOUKAOUKPOUAPOUKARO з ростом кількості аргументів n ЛФ зростає, як наведено в табл.3 та на рисунку 3-5.

Таблиця 3 – Сумарні потужності підмножин в структурі L(n)

Підмножини	L(3)	L(4)	L(5)
CLASSIC (C)	2,4	0,6	3,34
ALGEBRAIC (A)	73,1	60,1	14,84
RID-MULLER (R)	79,4	66,5	78,2
ORTOGONAL (O)	4,3	6,9	17,1

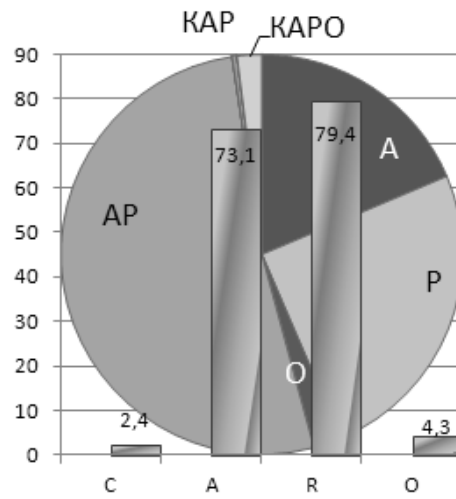


Рисунок 3 – Вміст сумарних підмножин  $L(3)$

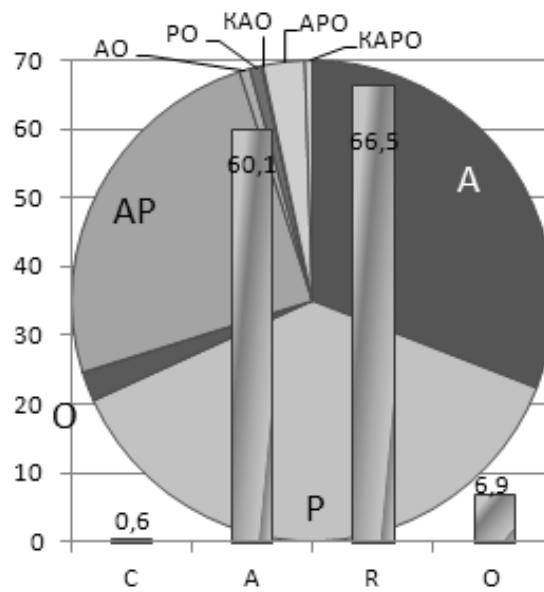


Рисунок 4 – Вміст сумарних підмножин  $L(4)$

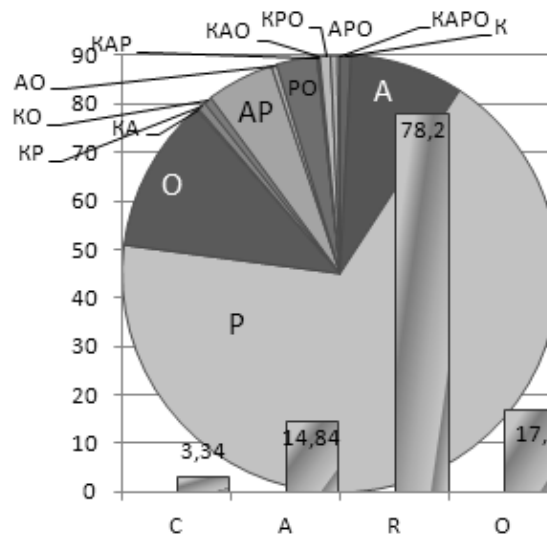


Рисунок 5 – Вміст сумарних підмножин  $L(5)$

В табл. 4 наведено результати обчислювальних експериментів для кількісного дослідження ефективності ОРФП у порівнянні з класичною формою представлення.

Таблиця 4 – Потужності підмножин пріоритетів для КФП, ОРФП та їх перетину

$L(n)$	Абсолютний та відносний вміст підмножин		
	КФП	ОРФП	КОРФП
$L(3)$	5 (2%)	172 (67%)	79 (31%)
$L(4)$	1368 (2,1%)	62963 (96%)	1204 (1,9%)
$L(5)$	6258 (9,5%)	55313 (84,3%)	3966 (6,0%)

Проведемо порівняння ефективності ОРФП з усіма базовими ФП на основі відносного показника ефективності (ВПЕ) ФП (табл. 5), що відображає залежність кількості ЛФ для конкретної ФП від необхідної величини деякого критерія структурної складності реалізації, зокрема,  $S_s$  та визначається як:

$$\eta_i(n) = \frac{\int_0^{S_{\max}(n)} N_j(s) ds}{N_{\max}(n) \cdot S_{\max}(n)}, \quad (4)$$

де  $N_j(s)$  – кількість ЛФ при заданому значенні відповідного критерію;

$N_{\max}(n)$  – повна кількість ЛФ заданого числа аргументів  $n$ ;

$S_{\max}(n)$  – максимальне значення обраного критерію для всіх ФП, що забезпечує реалізацію всіх ЛФ.

Відзначимо суттєве покращення показників структурної складності реалізації ОРФП ЛФ у випадку застосування альтернативних форм представлення в частині формування інформативних функцій – БФК1. Це продемонстровано на прикладі логічної функції з номером 23312. Зокрема, при застосуванні альтернативних ФП значення  $S_s$  становить 20, без застосування – 32.

Таблиця 5 – Порівняння ВПЕ для всіх ФП за критерієм  $S_s$ 

	КФП	ОРФП	АФП	РМФП
$L(3)$	0,53	0,62	0,63	0,76
$L(4)$	0,51	0,61	0,67	0,68
$L(5)$	0,54	0,59	0,61	0,64

Дослідження ефективності ОРФП дозволяють оцінити її як перспективну форму, а також окреслити ряд специфічних питань. В рамках багатоваріантності ортогональної ФП визначимо вплив на її ефективність кількості аргументів підмножини  $X_\Phi$ , згідно якому відбувається зниження ефективності ОРФП при збільшенні кількості базисних аргументів, що підтверджується зростанням значень інтегральних показників структурної складності  $S_s$  для  $L(3)$ ,  $L(4)$  та  $L(5)$ , встановлених в результаті обчислювальних експериментів.

Розробимо метод мінімізації логічних функцій в ортогональній формі представлення з урахуванням однакових фрагментів (МОФ).



Виходячи з багатоваріантності ОРФП ЛФ, яка залежить від кількості інформативних аргументів  $k$  та розподілу аргументів між підмножинами  $X_Q$  та  $X_\Phi$ , задача мінімізації в ОРФП полягає в знаходженні такого аналітичного представлення ЛФ, яке забезпечує найменшу складність реалізації ЛФ з точки зору параметру  $S_S$ .

Для проведення мінімізації в ортогональній ФП в роботі запропонуємо інформативну Q-матрицю, так звану образно-знакову модель представлення ЛФ в ОРФП, яка наведена на рисунку 3.6. Вона є узагальненням загальновідомої таблиці істинності логічної функції і дозволяє представляти ЛФ в ОРФП в залежності від різного розподілу аргументів та кількості інформативних аргументів  $k$ . Стовпці Q-матриці утворені вихідними значеннями функцій  $Q_i$ , що відповідають базисним функціям  $\Phi_j$ . Інформативна Q-матриця є наочною і дозволяє спростити синтез логічних функцій в ОРФП.

Розроблено метод мінімізації ЛФ в ОРФП на основі пошуку однакових фрагментів (ОФ) в інформативних функціях  $Q_i$ . Для варіанту декомпозиції вхідних аргументів ЛФ, що відповідає  $k \in (0, n)$ , формується модель представлення ЛФ в ОРФП у вигляді Q-матриці. Проводиться мінімізація кожної інформативної функції  $Q_i$  та формування множини можливих виразів  $Q_i$ , до яких відносяться не тільки тупикові диз'юнктивні нормальні форми (ДНФ), а і скорочені. Для кожної  $Q_i$  обирається такий аналітичний вираз, щоб в сукупності всіх  $Q_i$  була якомога більша кількість ОФ. Під ОФ слід розуміти однакові кон'юнкції в ДНФ  $Q_i$ . Такий вибір дозволяє реалізовувати ОФ, які одночасно входять до декількох функцій  $Q_i$ , всього однією ділянкою схеми. Це дозволяє спростити загальну схемну реалізацію ЛФ і зменшити значення параметру  $S_S$  ЛФ в ОРФП на величину  $\Delta = 2 \cdot k \cdot (l - 1)$ , де  $k$  – кількість інформативних змінних,  $l$  – кількість однакових фрагментів  $Q_i$ .

	$\Phi_0$	$\Phi_1$	...	$\Phi_{2^{n-k}-1}$
$X^{(0)}_{Q_i}$	$f_{Q_0}^{(0)}$	$f_{Q_1}^{(0)}$	...	$f_{Q_{2^{n-k}-1}}^{(0)}$
$X^{(1)}_{Q_i}$	$f_{Q_0}^{(1)}$	$f_{Q_1}^{(1)}$	...	$f_{Q_{2^{n-k}-1}}^{(1)}$
...	...	...	...	...
$X^{(2^k-1)}_{Q_i}$	$f_{Q_0}^{(2^k-1)}$	$f_{Q_1}^{(2^k-1)}$	...	$f_{Q_{2^{n-k}-1}}^{(2^k-1)}$

Рисунок 6 – Інформативна Q-матриця

### Розробка структурної схеми

Проведемо аналіз сучасних шляхів удосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем, виділено основний напрямок вирішення цієї задачі на основі структурних змін мікросхем, як основної елементної бази технічних компонентів комп'ютерних систем.

Продемонструємо ефективність альтернативних форм представлення на основі експериментально виявленої в роботах попередників диференціації повної структури логічних функцій на так звані підмножини пріоритетів, елементами яких є ЛФ, для яких найбільш доцільною з точки зору параметрів структурної складності реалізації є та чи інша ФП або, можливо, їх комбінація.

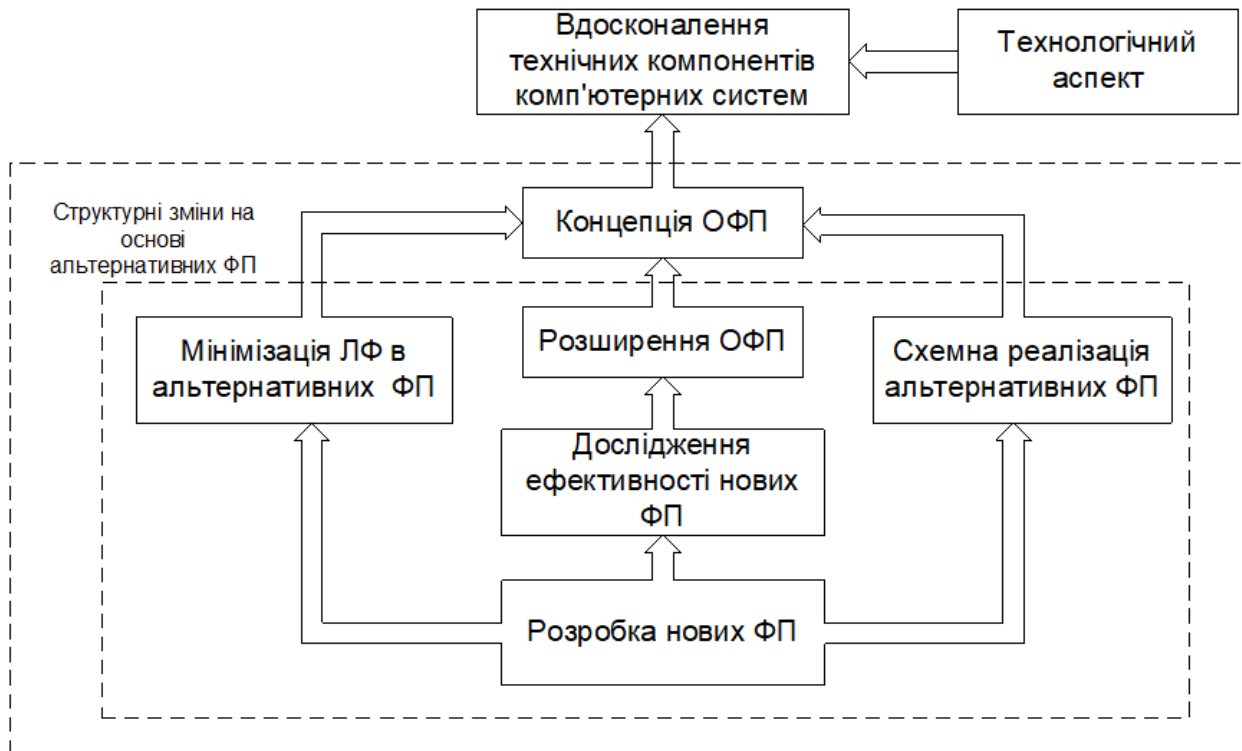


Рисунок 7 – Структурна схема системи

Визначимо вирішальну роль в проблемі вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем концепції оптимальної форми представлення (ОФП) ЛФ, яка полягає в реалізації ЛФ в найбільш доцільній для неї ФП з точки зору забезпечення мінімальності параметрів складності реалізації ЛФ. Покажемо, що потенціал ОФП є значно вищим, ніж окремо взятої форми представлення ЛФ. Окреслено фактори, що стримують на даний час застосування концепції ОФП в широкій інженерній практиці та комплекс задач, які виникають у зв'язку із впровадженням ОФП ЛФ.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій; Досліджена система вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.

2. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
4. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
10. Smirnov, O., Driieva, H., Driiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
14. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
15. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobaev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
19. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
21. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
22. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
23. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

УДК 004

**О.Форосяний, магістр гр. КІ-22М-1***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЖОРСТКОГО ДИСКУ ПК

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК. Об'єктом дослідження є процес аналізу працездатності жорсткого диску ПК. Предметом дослідження є методи аналізу працездатності жорсткого диску ПК. Методи дослідження базуються на методах архітектури комп'ютерів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** На загальну продуктивність комп'ютера значною мірою впливає швидкість вашого диска, оскільки ми живемо в час, коли все оцифровано. Немає значення, чи ви професіонал, який працює з великими файлами, чи ви захоплений геймер, якому потрібні високоякісні відео, розуміння його швидкості є важливим. Однак для аналізу та підвищення точності продуктивності ваших пристроїв зберігання даних існують різні програми для цієї мети. Швидкість диска – це міра того, наскільки швидко ваш накопичувач може читати або записувати дані. Це впливає на все: від часу завантаження до швидкості запуску програми та продуктивності гри. Низька швидкість передачі даних часто призводить до неприємних затримок, тривалих періодів завантаження та, зрештою, менше часу, витраченого на продуктивність. Регулярні тести швидкості диска можна використовувати для усунення потенційних проблем на досить ранній стадії, перш ніж вони переростуть у повномасштабну кризу. Коли ви запускаєте тест швидкості диска, ви, ймовірно, побачите інформацію про послідовні та випадкові операції читання/запису. Нижче наведено короткий розподіл цих концепцій:

– **Послідовне читання/запис.** Це вимірює, наскільки швидко він може читати або записувати великі безперервні блоки даних із блоку пам'яті, який також відомий як запам'ятовуючий пристрій. Це важливо для таких завдань, як переміщення великих файлів, наприклад, копіювання чогось з одного місця на вашому комп'ютері в інше місце або навіть перенесення музичних файлів з комп'ютера на MP3-плеєр для прослуховування в іншому місці.

– **Довільне читання/запис.** Він повідомляє нам про час, потрібний для читання або запису невеликих несуміжних блоків пам'яті, які можуть міститися в одному файлі або поширюватися на певну область. Такі операції пов'язані з такими основними діями, як запуск програми обробки тексту або будь-якої іншої програми, виконання якої передбачає відкриття багатьох різних файлів. Розуміючи ці цифри, ви можете визначити, чи є проблема з вашим приводом.

– **Загортання.** Підсумовуючи, програми тестування швидкості диска є важливими для підтримки продуктивності системи, оскільки вони допомагають вам раніше виявити будь-які проблеми, пов'язані зі швидкістю, шляхом регулярного тестування. Відтепер можна досягти приємнішого, плавнішого та продуктивнішого обчислення, забезпечивши оптимальне

функціонування ваших пристроїв зберігання шляхом регулярної перевірки швидкості запису та отримання даних.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем аналізу працездатності жорсткого диску ПК.
- Дослідження системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.
- Програмна реалізація системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

*Об'єктом дослідження* є процес аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

*Предметом дослідження* є методи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

*Методи дослідження* базуються на методах архітектури комп'ютерів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Багато з нас стикалися з поломкою жорсткого диска або SSD. Деякі з нас навіть намагалися дізнатися більше про надійність жорстких дисків та їх приховану функцію прогнозування, яка є частиною технології під назвою SMART. Хтось може заперечити, що SMART не настільки надійний, оскільки він не передбачає невдач у всіх випадках. Цей факт частково вірний, але насправді внутрішня робота цієї системи самоконтролю не така проста, тому давайте розглянемо, як працює SMART. Ми також збираємося показати вам, як перевірити статус HDD SMART, а також стан твердотілого накопичувача SMART:

SMART – це система, яка контролює внутрішню інформацію вашого накопичувача. Його розумна назва насправді є аббревіатурою від Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology. SMART, також пишеться як SMART, – це технологія, яка міститься в жорстких і твердотілих накопичувачах. Це не залежить від вашої операційної системи, BIOS чи іншого програмного забезпечення.

SMART був винайдений тому, що комп'ютерам було потрібно щось, що могло б відстежувати стан їхніх жорстких дисків. Це означає, прямо кажучи, що SMART нібито має бути в змозі сказати вам, якщо ваш жорсткий або твердотілий накопичувач ось-ось перестане працювати.

### **Інформацію про стан диска надає SMART**

Як SMART це робить? У вас може виникнути спокуса подумати, що SMART магічним чином здогадається, чи справний ваш диск. Але те, що він робить, це зовсім інша історія. SMART відстежує низку змінних, кількість і тип яких змінюються від приводу до приводу, що є показниками його надійності. Якщо ви хочете отримати детальне уявлення про всі атрибути SMART, оскільки їх близько 50 (рівень помилок необробленого читання, час розкручування, повідомлення про невірні помилки, час увімкнення, кількість циклів завантаження тощо) відвідайте цю веб-сторінку.

Однак знайте, що, за винятком окремих спроб (Google, Backblaze), більшість даних SMART є незадокументованими. Система надає велику кількість внутрішніх даних. Проте в статистиці є багато невідповідностей, оскільки багато виробників жорстких дисків використовують різні визначення та вимірювання. Наприклад, деякі виробники зберігають дані про час увімкнення в годинах, а інші вимірюють їх у хвилинах або секундах. Крім того, вони не пояснюють, які з різних атрибутів або змінних варті нашої уваги, що змушує нас потонути в даних.

Перш ніж спробувати зрозуміти, які атрибути SMART є доречними, ми спочатку повинні розрізнити основні типи збоїв SSD і HDD: передбачувані та непередбачувані.



## Деталі SMART для твердотілого накопичувача

**Передбачувані збої** включають поломки, які виникають вчасно і викликані несправністю дискової механіки або пошкодженням поверхні диска у випадку жорстких дисків. Для твердотілих накопичувачів передбачувані збої можуть включати звичайний знос із часом або велику кількість невдалих спроб стирання. Проблеми з часом посилюються, і диск зрештою виходить з ладу.

**Непередбачувані збої** викликані раптовими подіями, серед яких ми можемо згадати, наприклад, раптові стрибки напруги або несподіване пошкодження схем всередині жорсткого диска або твердотілого накопичувача. Важливо розуміти, що SMART може допомогти вам лише виявити передбачувані збої.

Тепер, коли ви маєте основне розуміння того, що таке SMART і що він робить, давайте подивимося, як перевірити стан SMART ваших дисків у Windows, а також як читати та інтерпретувати деталі SMART:

### Як перевірити стан SSD і HDD SMART

На комп'ютерах і пристроях з ОС Windows найпростіший спосіб читати дані SMART із жорсткого диска чи SSD – це використовувати спеціалізовані програми. Їх досить багато, але багато з них або погано розроблені, або коштують грошей. З усіх програм, які можуть зчитувати дані SMART, найкращою, яку ми рекомендуємо вам використовувати, є CrystalDiskInfo. Він безкоштовний, може зчитувати атрибути SMART, а також це одна з небагатьох таких програм, яка може отримувати дані SMART як з дисків IDE(PATA), SATA та NVMe, так і з портативних дисків, які використовують eSATA, USB, або IEEE 1394.

Ще один чудовий спосіб перевірити стан SMART і деталі жорсткого диска або твердотілого накопичувача – це використовувати програми, надані їх виробником. Наприклад, більшість твердотілих накопичувачів супроводжуються додатками підтримки, які дозволяють перевіряти інформацію про них, перевіряти їх справність, запускати діагностику тощо. Ці програми зазвичай містять опції для перевірки стану SMART.

Третій спосіб перевірки стану SMART вашого жорсткого диска або SSD пропонує Windows 10. Він не показує подробиці, але може сказати вам, чи стан SMART ваших дисків нормальний чи ні. Щоб перевірити SMART, відкрийте командний рядок і виконайте цю команду: `wmic diskdrive get model, status`. Команда виводить список дисків, підключених до вашого ПК, і показує статус SMART для кожного з них.

Цей останній метод перевірки стану SMART є, мабуть, найшвидшим способом у Windows 10 перевірити, чи ваші диски виходять з ладу.

### Розробка структурної схеми

На рисунку 1 зображена структурна схема розробленої системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК. Структурна схема складається з наступних блоків:

- Блок перевірки наявності підтримки технології S.M.A.R.T. накопичувачем.
- Блок посилення у накопичувач команди запиту S.M.A.R.T.-таблиць.
- Блок одержання таблиці в буфер додатка.
- Блок роботи з табличною структурою, що витягає з них номери атрибутів і їхні числові значення.
- Блок зіставлення стандартизованих номерів атрибутів їхнім назвам (іноді – залежно від типу, моделі або фірми-виробника HDD).
- Блок виводу числових значень в зручному для сприйняття вигляді.
- Блок отримання із таблиць прапорів атрибутів (ознаки, що характеризують призначення атрибуту в рамках конкретної firmware накопичувача, наприклад, «життєво важливий» або «лічильник»).
- Блок виводу загального стану пристрою, на підставі всіх таблиць, значень і прапорів.

Якщо вас не задовольняє просто читання SMART-статусу ваших дисків, ви також можете запустити SMART-тест SSD або HDD. Це легше сказати, ніж зробити, оскільки для цього вам потрібен спеціальний додаток. Відповідно, ми вважаємо, що це тема, яка

заслуговує на окрему статтю, доступ до якої ви можете отримати за цим посиланням: Перевірте свій HDD або SSD і перевірте стан його працездатності.

### **Як читати значення та атрибути SMART**

Стан жорсткого диска постійно перевіряється та контролюється кількома датчиками. Значення вимірюються за допомогою типових алгоритмів, а потім відповідні атрибути налаштовуються відповідно до результатів.

У будь-якій програмі моніторингу SMART ви повинні побачити атрибути, які містять принаймні деякі з цих полів:

- Ідентифікатор: визначення атрибута. Зазвичай воно має стандартне значення та позначається числом від 1 до 250 (наприклад, 9 означає кількість увімкнень). Тим не менш, усі інструменти моніторингу та тестування диска надають назву та текстовий опис атрибута.

- Поріг: мінімальне значення для атрибута. Якщо це значення досягнуто, ваш диск скоро виходить з ладу.

- Значення: поточне значення атрибута. Алгоритм обчислює це число на основі необроблених даних. Новий жорсткий диск повинен мати високий теоретичний максимум (100, 200 або 253 залежно від виробника), який зменшується протягом терміну служби.

- Найгірше: найменше значення атрибута, яке будь-коли зареєстроване.

- Дані: необроблені виміряні значення, надані датчиком або лічильником. Це дані, які використовуються алгоритмом, розробленим виробником HDD або SSD. Його вміст залежить від атрибута та виробника накопичувача. Звичайні користувачі повинні пропустити цей.

- Прапори: призначення атрибута. Зазвичай це встановлюється виробником і тому залежить від диска. Кожен із атрибутів є критичним і може передбачати неминучий збій (наприклад, кількість перерозподілених секторів ID 5), або статистичним, що не впливає безпосередньо на стан (наприклад, кількість неочікуваних втрат живлення ID 174).

Атрибути SMART описуються такими даними, як їхній ідентифікатор, поточне значення, найгірше значення та порогове значення.

Намагаючись зрозуміти статус будь-якого атрибута SMART, перевірте значення цих трьох полів: значення, порогове значення та прапорці. Крім того, пам'ятайте, що зазвичай менші значення вказують на зниження надійності.

Як використовувати SMART для прогнозування несправності жорсткого диска або SSD (основні значення для перевірки).

Не всі атрибути SMART критичні для прогнозування помилок. Два вищезгаданих дослідження частоти відмов жорстких дисків та інші джерела сходяться на тому, що важливою допомогою у виявленні несправних дисків є:

- Кількість перерозподілених секторів. Перерозподіл відбувається, коли логіка накопичувача переназначає пошкоджений сектор у результаті повторюваних м'яких або жорстких помилок на новий фізичний сектор із резервних. Цей атрибут відображає кількість разів, коли відбулося перевідображення. Якщо його значення збільшується, це свідчить про знос HDD або SSD.

- Поточна кількість секторів, що очікують на розгляд. Тут враховуються «нестабільні» сектори, тобто пошкоджені з помилками читання, які очікують на перевідображення, свого роду система «випробувального терміну». Алгоритми SMART неоднозначно розуміють цей конкретний атрибут, оскільки він іноді непереконливий. Тим не менш, це може забезпечити раннє попередження про можливі проблеми.

- Повідомлено про невіправні помилки. Це підрахунок помилок, які неможливо відновити, і він корисний, оскільки, здається, має однакове значення для всіх виробників.

- Кількість помилок видалення. Це чудовий показник передчасної смерті твердотільного накопичувача. Він підраховує кількість невдалих спроб видалення даних, і значення, яке збільшується, говорить про те, що термін служби флеш-пам'яті всередині SSD майже закінчився.

– Підрахунок вирівнювання зносу. Це також особливо корисно для SSD. Виробники встановлюють очікуваний термін служби SSD у даних SMART. Підрахунок *вирівнювання зносу* – це оцінка справності вашого диска. Він розраховується за допомогою алгоритму, який враховує заздалегідь визначений очікуваний термін служби та кількість циклів (запис, стирання тощо), які може виконати кожен блок флеш-пам'яті до досягнення кінця свого життєвого циклу.

– Температура диска є параметром, який дуже дискутується. Проте вважається, що значення вище 60°C можуть скоротити термін служби жорсткого диска або SSD і збільшити ймовірність пошкодження. Ми рекомендуємо використовувати вентилятор, щоб знизити температуру ваших дисків і, сподіваємося, подовжити термін їх служби.

Значення SMART, які перевищують порогове значення, можуть вказувати на можливі майбутні збої диска.

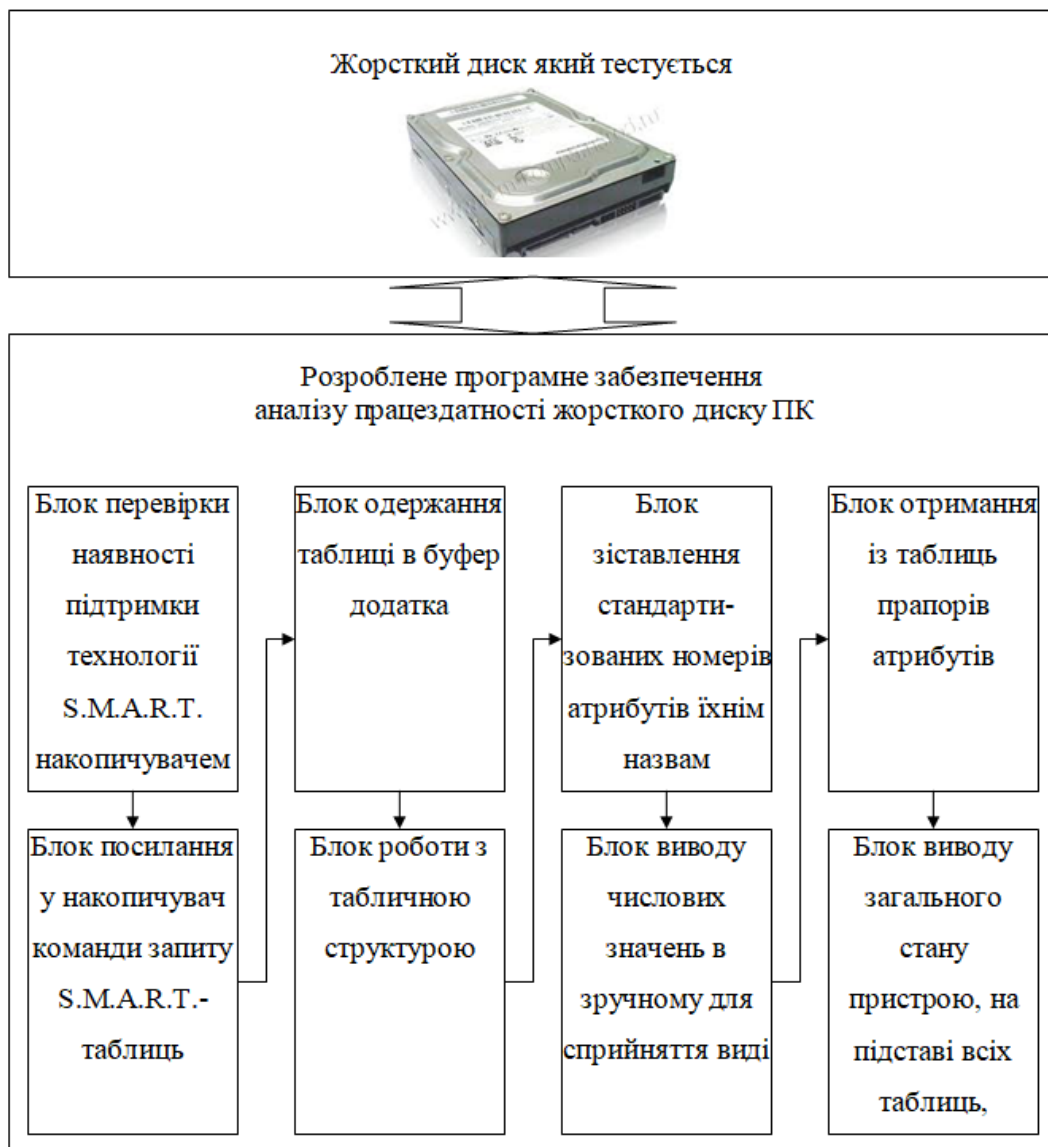


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Вищезгадані атрибути SMART відносно легко інтерпретувати. Якщо ви помітили збільшення їх значень, можливо, ваш накопичувач вийшов з ладу, тому вам краще почати резервне копіювання. Однак, хоча це корисні показники надійності диска, не забувайте, що вони не є надійними.

### Історична довідка про SMART

SMART було розроблено з 1992 року, хоча тепер ви знаєте, що він є частиною всіх сучасних твердотільних накопичувачів і жорстких дисків. Його історія охоплює низку назв, таких як Predictive Failure Analysis або IntelliSafe, а також дані від усіх основних виробників жорстких дисків: IBM, Seagate, Quantum, Western Digital. Нарешті, його документація була представлена вперше в 2004 році в рамках стандарту Parallel ATA і отримувала регулярні перегляди згодом. Останній був виданий у 2011 році.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів аналізу працездатності жорсткого диску ПК. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем аналізу працездатності жорсткого диску ПК; Досліджена система аналізу працездатності жорсткого диску ПК; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання аналізу працездатності жорсткого диску ПК. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». *CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312*, 2022, pp. 47-58.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
4. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Ivach M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*. Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.

14. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
15. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
19. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
21. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхусейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
22. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
23. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
24. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.



УДК 004

О.Чумак, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СЛУЖБИ МИТТЄВОГО ОБМІНУ ПОВІДОМЛЕННЯМИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями. Об'єктом дослідження є процес комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями. Предметом дослідження є методи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями. Методи дослідження базуються на методах теорії телетрафіку, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** У сучасному цифровому середовищі, що швидко розвивається, обмін миттєвими повідомленнями став невід'ємною частиною нашого життя, об'єднуючи людей по всьому світу в реальному часі. Незалежно від того, чи це невеликий груповий чат між друзями чи масова групова розмова в межах спільноти, потреба в спілкуванні в реальному часі є всюди. Розробка програми чату в реальному часі вимагає ретельного розгляду кількох ключових вимог. Ці вимоги допоможуть переконатися, що програма є ефективною, масштабованою та здатною забезпечувати чудову взаємодію з користувачем. Ось основні вимоги:

1. Спілкування в реальному часі: основна вимога полягає в забезпеченні двостороннього зв'язку між користувачами в реальному часі. Це означає, що нові повідомлення мають доставлятися миттєво без необхідності ручного оновлення.

2. Постійність повідомлень: повідомлення слід зберігати та отримувати з бази даних для історичних цілей. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до своїх старих повідомлень чату навіть після виходу з системи або зміни пристрою.

3. Масштабованість: створіть програму для обробки зростаючої бази користувачів і обсягу повідомлень.

4. Підтримка групових чатів: реалізуйте функції як для невеликих групових чатів, так і для великих каналів спільноти з тисячами учасників.

5. Розширення підтримки: дизайн системи повинен залишатися відкритим для майбутніх розширень, дозволяючи повторне використання існуючих компонентів і додавання нових для впровадження нових функцій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями.

– Дослідження системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями.

– Програмна реалізація системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями.

*Об'єктом дослідження є процес комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями.*

*Предметом дослідження є методи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями.*

*Методи дослідження базуються на методах теорії телетрафіку, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.*

**Виклад основного матеріалу.** Основні завдання для месенджера:

– текстовий чат користувач – користувач, зазвичай це лікар – лікар або лікар – медсестра;

– різні повідомлення користувачів, наприклад, лікаря про появу результатів аналізів або прибуття пацієнта до приймального відділення;

– текстовий чат у контексті пацієнта або випадку лікування, коли лікар може поставити якісь уточнюючі питання іншим лікарям з прив'язкою до лікування або пацієнту;

– передача файлів у повідомленнях;

– робота з історією повідомлень (пошук, перегляд, позначки про прочитання).

В перспективі:

– різні сценарії повідомлення, наприклад, повідомлення лікаря при зміні статусу талона на запис до поліклініки, розсилки по посадах, структурних підрозділах;

– «пейджер» – push-повідомлення лікаря на його особистий мобільний пристрій, якщо лікар не підключений до внутрішньої мережі;

– аудіо-відео конференції (консиліум);

– телемедичні консультації, у тому числі за участю пацієнта, авторизованого через Держпослуги.

Основні користувачі системи повідомлень на цьому етапі – лікарі та середній медперсонал. Пацієнти тут не задіяні, за винятком у перспективі їхньої участі в телемедичних консультаціях, авторизувавшись через Держпослуги.

Коли йдеться про якісь системи повідомлень, «олдфаги» згадують IRC та ICQ. Якщо треба «модно та молодіжно» – мова заходить про Discord та Slack. Шанувальники приватності беруть Matrix. Решта використовують Telegram. Начебто бери та користуйся. Але для наших цілей це все абсолютно не застосовується: медична інформація, з якою працюють лікарі, – це такий забористий коктейль із персональних даних та медичної таємниці, що потребує особливих підходів, зокрема:

– практично вся робота йде у захищеному контурі, куди немає доступу стороннім сервісам;

– персональні дані та інша чутлива інформація повинна зберігатися та оброблятися до;

– небажано використовувати якихось іноземних постачальників.

Загалом усе це різко обмежує набір можливих рішень.

А чого, власне, хочеться від месенджера:

– відкритість – Відсутність vendor lock in, відкритий код;

– контроль – можливість розгорнути self-hosted інсталяцію;

- наявність реалізацій (клієнтів) під основні мови (платформи), які у нас: Java, PHP, Node.js, Python;
- стабільність – технологія має пройти фазу «хайпу»;
- розвиток – технологія має бути «мертвою»;
- шифрування – добре, але не в першу чергу, вся робота йде у захищеному контурі;
- інтеграція – можливість вбудовування у існуючі системи, зокрема, авторизація та список користувачів;
- розширюваність – певний підхід до створення розширень у протоколі/ПЗ без «глобальних милиць».

Десь тут ми почали розуміти, що Телеграм, Дискорд та інший Слак нас не врятують. Потрібно переходити до області Open Source. Завдання ускладнювало те, що потрібно було інтегруватися з нашими існуючими системами та сервісами, а також була потрібна передача різної специфіки з нагоди лікування (лікар, терміновість, тип діагнозу тощо). Можна було б придумати свій формат повідомлень – обмінюватися json-ами та передавати всю необхідну специфіку в полях, але хотілося не втрачати можливості роботи з якимись стандартними клієнтами без наших доробок для полегшення інтеграції сторонніх модулів.

Безумовно, одним із можливих шляхів було залишити все як є та продовжувати розвивати власне рішення. Тим більше, що на той момент вже окрім чатів була в якомусь вигляді реалізована підтримка аудіоконференцій. Альтернативним напрямом пошуку став перехід від готових рішень до області протоколів.

Побіжний пошук показав активний розвиток різних децентралізованих протоколів, наприклад, Matrix, Signal. Але за низкою параметрів, зокрема, можливість роботи з історією це нам не підходило. Щось стало відвертою екзотикою (OSCAR). Або більше належало до категорії «месенджер» ніж протокол (Mattermost). І тут хтось згадав про XMPP. Насправді у нас вже був досвід використання XMPP, але як корпоративний месенджер. Якраз у той період, коли ICQ вже перестала бути популярною, а щось просунуте ще не набуло потрібної популярності. Згодом, вже в «наш час» ми вдруге намагалися його використати, але незважаючи на цікаві фішки, які там з'явилися, наші технічні фахівці не змогли (або не захотіли) до ладу все налаштувати і XMPP програв гонку якомусь платному рішенню.

### **JID**

Jabber Identifier будується за тим же принципом, що адреса електропошти: ім'я@домен. Може бути записаний у короткій формі ім'я@домен (bare JID) або у повній (full JID) ім'я@домен/ресурс. Ресурс служить для того, щоб можна було розрізнити кількох клієнтів, підключених до одного облікового запису. У кожного клієнта ресурс має бути унікальним. Тоді ми можемо вибирати надіслати повідомлення лише одному клієнту або всім одразу. JID може бути не тільки у користувача, а й у чат-кімнати, передплати і т.д.. Для ресурсу вводиться поняття «пріоритету» – якщо повідомлення буде відправлено на короткий JID, то воно буде доставлене тому клієнту, пріоритет якого вищий (або всім, якщо пріоритет у всіх однаковий).

### **Станза (строфа)**

Закінчений елемент XML-потоків, який містить певну керуючу інформацію:

- інформація про присутність (Presence) – інформаційні пакети спеціального виду, які містять інформацію про те, чи підключений в даний момент певний JID до мережі Jabber, а також передає його статус, статусне повідомлення та пріоритет;
- IQ (Info/Query) – особливий вид стансів, що реалізує механізм типу "запит-відповідь". Інтерпретація IQ-стансів дозволяє «сутності» зробити запит та отримати відповідь від іншої «сутності». Тип даних, що передаються у запиті чи відповіді визначає простір імен (namespace) дочірнього елемента щодо IQ;
- Message – використовується для обміну повідомленнями між користувачами.

**Ростер (список контактів)**

Розбитий на групи список Jabber-адрес ваших співрозмовників (контактів). Зберігається на сервері та передається клієнту на запит. Сервер також обробляє запити на додавання, видалення контакту зі списку та зміни групи для конкретного контакту.

**ХЕР (розширення)**

XMPP Extension Protocol – розширення протоколу XMPP. Наприклад, XEP-0045 – розрахований на багато користувачів чат, XEP-0084 – підтримка аватарок користувачів, XEP-0107 – статус користувача (user mood). ХЕР описують як якісь базові речі (XMPP Core), і безліч просунутого і дуже цікавого функціоналу.

Взагалі, розширення – одна з найцікавіших особливостей XMPP, коли, використовуючи цеглини, описані вище (різні станси), ми описуємо необхідний нам функціонал. За бажання можна зробити і власне розширення. На даний момент налічується близько двох сотень діючих ХЕР.

**Використання XMPP**

Для всіх цих випадків можна виділити одну картину (особливо характерну для великих порталів): швидкий старт сервісів, використовуючи XMPP, а потім, коли вступає в гру комерційна складова і завдання прив'язати користувача до порталу, вже народжуються якісь власні рішення, можливо, що залишаються у своїй масі, заснованими на XMPP.

Список компаній та рішень вселяє, завдання «заробляти з користувача» перед нами не стояло, і ми вже були готові бігти і робити все на XMPP. Але тут з'ясувалась одна особливість: для XMPP необхідно розглядати не тільки протокол, але переважно сервер і клієнта, що його реалізують. А все тому, що набір реалізованих розширень (тих ХЕР) від сервера до сервера можуть відрізнятися.

**Вибираємо сервер**

Найчастіше згадуваними серверами XMPP є (у дужках – мова реалізації):

- Ejabberd (Erlang).
- Prosody (Lua).
- Openfire (Java).

Коли ви читаєте про десятки та сотні тисяч користувачів, яких тримає один XMPP-сервер, швидше за все йдеться про Ejabberd. Але ми одразу розуміли, що можливі доопрацювання, а фахівців з Erlang серед нас не було. Тому вибір ліг на Openfire від компанії Igniterealtime, до речі, автора одного з найпопулярніших XMPP-клієнтів для Android – Smack.

**Деталі нашої реалізації**

Для оптимізації роботи з нашим веб-додатком на PHP реалізували відправку повідомлень через плагін з REST API – інакше щоразу авторизуватися виходить накладно за часом та ресурсами. Додаткова фішка плагіна – підтримується надсилання повідомлень до json, включаючи наші додаткові поля:

Крім того, повідомлення в цьому плагіні складаються в чергу – додатковий плюс для масштабування.

Повідомлення ми зробили через кімнати (груповий чат) – бот відправляє повідомлення у потрібну кімнату і всі, хто до неї входить, отримують повідомлення. Зазвичай кімнати створюються за принципом "одна кімната – одне відділення". Це виявився найшвидший і найпростіший спосіб для реалізації.

**Загальні враження щодо XMPP та Openfire**

XML-природа протоколу нехай надмірна, але сувора і зручна.

ХЕР описують багато «смачних» речей, але треба уважно дивитися, що реалізовано для конкретних клієнтів та серверів. Список Openfire: <http://download.igniterealtime.org/openfire/docs/latest/documentation/protocol-support.html>. Для нас загалом цей список виявився достатнім.

Поняття «ресурсу» («пристрою») – може бути застосовано дуже широко, наприклад, у нас як «пристрій» може виступати бічна панель повідомлень для веб-програми, основне вікно чату в тому ж веб-додатку, мобільний пристрій, програма – "пейджер" і т.д.

До переваг Openfire можна віднести:

- активну розробку;
- багато готових плагінів;
- хороші можливості для кастомізації: за допомогою плагінів та розширень можна налаштувати авторизацію, обробку пакетів, маршрутизацію та багато іншого.

З недоліків:

– не дуже успішно реалізований механізм плагінів, що реалізують своє REST API. Очевидно, автори спочатку не особливо розраховували на таке застосування, тому вийшло те, що вийшло;

- відсутнє автоматичне чищення історії в кімнатах – видаляємо скриптом із БД;
- при старті Openfire підвантажується ВСЯ історія по ВСІМ кімнатах – призводить до різкого зростання споживання пам'яті, вирішилося обмеженням глибини історії;
- за замовчуванням кімнати, що не використовуються, видаляються. Довго шукали в чому причина, поки не знайшли, що це регулюється опцією «Disable MUC room unloading for this service» у властивостях служби групового чату. Тут же можна налаштувати після кількох днів кімната, що не використовується, буде видалена, а також завантажувати чи ні всі кімнати при старті.

Окрім цього, для нас певною проблемою стало розгортання сервісу на регіонах – початкові варіанти та особливості інфраструктури вимагали застосування ручних налаштувань, і, на жаль, людський фактор дався взнаки. Після налаштування і контейнери допрацювали, стало набагато простіше.

Якщо потрібно швидко підняти корпоративний централізований месенджер або інтегрувати його до існуючого продукту – XMPP та Openfire чудовий варіант для старту. Чат, груповий чат – все працює "з коробки".

Потрібно уважно дивитися які XEP реалізує сервер і клієнт.

Загалом XMPP – це ближче до фреймворку, коли сервер (і клієнт) реалізують багато всяких цікавих штук, але потрібно докласти певного зусилля для того, щоб це стало закінченим рішенням.

Перспективи (плани на наступний етап):

- перехід на використання PubSub замість групового чату для повідомлень;
- «Пейджер» та push-повідомлення для лікарів – з відправкою знеособлених даних захищеними мережами;
- авторизація через Держпослуги;
- інтеграція Openfire з Jitsi для аудіо-відео конференцій;
- інтеграція Openfire з Minio/IPFS для зберігання великих файлів, зокрема записів конференцій.

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема розробленого програмного забезпечення системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями зображена на рисунку 1.

Розроблене програмне забезпечення складається з наступних блоків:

Клієнтська частина:

- Блок виводу GUI користувача програми.
- Блок авторизації.
- Блок обміну мовною інформацією.
- Блок обміну текстовими повідомленнями.
- Блок обміну відеоінформацією.



- Блок історії повідомлень по контактам.
- Блок пошуку.
- Блок відображення контактів.
- Блок налаштувань.
- Блок встановлення статусів.

Серверна частина:

- База даних користувачів.
- База даних інформації про користувачів.
- База даних оффлайн повідомлень.

У основі програмного забезпечення лежить протокол OSCAR та Jabber.

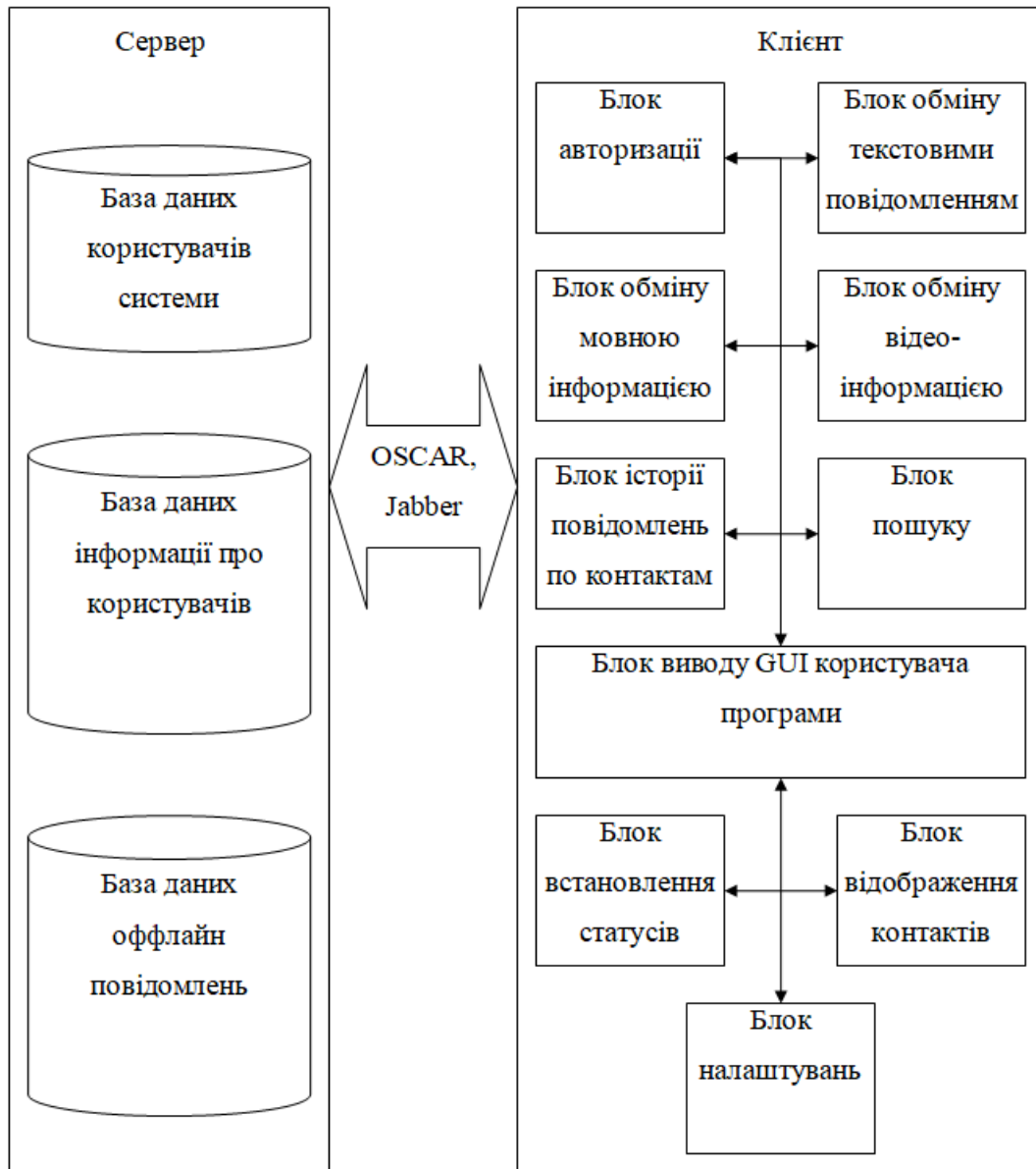


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Месенджери змінили наше спілкування, це є факт. З одного боку ми завжди на зв'язку. Раніше ми могли забути про існування деяких знайомих та далеких родичів. Зараз WhatsApp і Viber регулярно нагадують про те, що та чи інша людина з'явилася в мережі.

Зворотний бік медалі у тому, що ми позбавляємо наші контакти природної енергії людського спілкування. Ми не докладасмо зусиль, щоб виявити любов та увагу до близьких. Завантажуючи картинку з поздоровленням, ми робимо це автоматично, без емоцій. Згадайте,

як ви вітали вчителя з професійним святом, колегу – з Новим роком, троюрідного брата – з днем народження. Чи не траплялося так, що ви копіювали вітання з інтернету, або завантажували стандартну картинку з побажаннями?»

Viber вивчив психологічні моделі поведінки людей у месенджерах, опитавши 2,8 тис. респондентів. Переважна більшість (88%) відзначили, що спілкуватися в листуванні легше, ніж телефоном чи реальному житті, оскільки співрозмовники не бачать друга, над відповіддю можна подумати, а висловлювання емоцій є стікери і емоди.

Також 45% опитаних вважають зручними спільні чати, стверджуючи, що так простіше залишатися на зв'язку з усіма близькими людьми, а 33% вважають за краще спілкуватися із співрозмовником у приватному діалозі.

Використання месенджерів – не добре і не погано. Вони заощаджують час, дозволяючи бути на зв'язку з тими, з ким ми раніше не могли розмовляти так часто. З іншого боку, вони позбавляють спілкування трепету, передчуття, інтимності. Під час самоізоляції месенджери дозволяли допомагати старшому поколінню, піклуватися, інформувати близьких про нововведення. Але ми ставали самотніми, годинами дивлячись у телефон.

З погляду психологічного здоров'я я наголошую на важливості живого спілкування, обіймів, прояву тілесності. Месенджери, швидше, повинні бути нам помічниками. Коли немає іншої можливості, ми робимо дзвінок у WhatsApp або Viber. Зідзвонюємося з тими, хто з тих чи інших причин далеко – колегами, закордонними родичами та друзями. Але якщо є можливість зустрітися, обійняти, торкнутися, поговорити до душі, краще зробити це».

Месенджери стали новим інструментом у бізнесі. За допомогою них зручно організувати комунікацію з покупцями, які можуть поставити запитання про товар або послугу, та миттєво отримати відповідь від менеджера або чат-бота. Згідно з дослідженням, 62,5% компаній виставляють клієнтам рахунки через послуги обміну повідомленнями.

Месенджер-маркетинг допоможе бізнесу збільшити продажі. Наприклад, сервіс доставки їжі Elementaree з месенджерів отримує мільйонний виторг за пару годин.

У бізнесі через месенджер покупець зможе купувати товари, послуги та керувати замовленнями – для цього не потрібно буде переходити на окремий сайт. Зараз ця функція є в китайському WeChat, через який можна забронювати авіаквиток, оформити доставку їжі та не тільки.

Режим доповненої реальності в месенджерах схожий на маски в Instagram Stories і Snapchat

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями; Досліджена система комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
2. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D.,

- «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
3. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
  4. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New Technique for Hiding Data in Cover Images Using Adaptively Generated Pseudorandom Sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2732, 2020, Pages 214-227.
  5. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
  6. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  7. Т.В. Смірнова, О.М. Дреєв, О.А. Смірнов «Хмарна інформаційна система оцінювання шорсткості з використанням дискретного частотного аналізу макрофотографій». IV міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп’ютерні технології”, м. Кропивницький. 15-16 квітня 2021р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 30.
  8. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х.: ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
  9. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
  10. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
  11. О. Смірнов, Є. Деменко, О. Онікійчук, А. Арищенко, Л. Горбачова, «Формування псевдовипадкових послідовностей для приховування даних в зображеннях» Комп’ютерні науки та кібербезпека. № 4. С. 30-37. 2019.
  12. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп’ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
  13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISC’2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
  14. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139
  15. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.
  16. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Дреєв О.М. Мережні інформаційні технології. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 159 с.
  17. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дреєв О.М. Моделі системи нейромережових експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних системах. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 36-39.
  18. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дреєв О.М., Вялкова В.І. Комп’ютерні мережі. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.
  19. Смірнов О.А., Дреєв О.М. Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 2 (118). т.2. - Х.: ХУПС - 2014. - С. 64-67
  20. Смірнов О.А., Дреєв О.М. Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації. Збірник тез VI міжнародної науково-практичної конференції “Проблеми та перспективи розвитку ІТ-індустрії”. м. Харків. 17-18 квітня 2014р. – Харків: ХНСУ. - 2014. - С. 240.
  21. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Кожанова А.С., Лєвошко О.Л., Константинова Л.В. Основи системного програмування. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 257с.
  22. Смірнов О.А., Дреєв О.М., Доренський О.П. «Дослідження впливу ступеня стиснення зображень на оперативність їх доставки у телекомунікаційній системі. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 8(115). – Х.: ХУПС – 2013. – С. 234-239.
  23. Смірнов О.А., Доренський О.П., Дреєв О.М. Аналіз процесів стиснення та відновлення зображень на основі цифрових методів. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Випуск 3(12). – Х.: ХУПС. – 2013. – С.122-127.
  24. Смірнов О.А., Мелешко Є.В., Семенов С.Г. Методи та засоби обробки сигналів і даних в інформаційних системах. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 250 с.
  25. Смірнов О.А., Євсєєв С.П., Жукарев В.Ю., Король О.Г., Сорокін В.Є., Мелешко Є.В. Технології і стандарти комп’ютерних мереж. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 454 с

УДК 004

Е.Шевчук, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Об'єктом дослідження є процес автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Предметом дослідження є методи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Методи дослідження базуються на методах формування тестів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Системи управління навчанням (LMS) і віртуальні навчальні середовища (VLE) стають все більш поширеними, особливо через кардинальні зміни, які стали необхідними через пандемію та війну. Хоча очне навчання має місце, навчання та курси все частіше проводяться через цифрові канали. Це може бути і дешевше, і простіше в управлінні для підприємств, а для освітян це означає можливість охоплювати людей на відстані. У віддаленій ситуації платформи онлайн-навчання дійсно виходять на перший план, оскільки платформи для навчання максимально використовують сучасні технології. Це не означає, що традиційні засоби навчання скоро зникнуть, але наукові установи та підприємства визначили, що ми можемо досягти набагато більшого за допомогою технологій, таких як смартфони та інші пристрої, підключені до Інтернету, які можуть полегшити навчання з будь-якого місця. Онлайн-навчання також має свої переваги для людей, які можуть не легко отримати доступ до очного навчання. Це може бути особливо актуальним у віддалених районах, а також для людей з обмеженими можливостями, чії проблеми з пересуванням можуть перешкоджати відвідуванню коледжу чи подібного.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій.

– Дослідження системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій.

– Програмна реалізація системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій.

Об'єктом дослідження є процес автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій.

Предметом дослідження є методи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій.

Методи дослідження базуються на методах формування тестів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Навчальні заклади по всій країні та по всьому світу працюють над тим, щоб переосмислити навчання під час пандемії та війни. Рішення, які вони пропонують, передбачатимуть скорочений час у школі, носіння маски під час уроків, відсутність перерв, зум-сесії тощо. Сім'ям доведеться подумати про догляд за дітьми молодших школярів за дивними графіками чергувань «2 дні цього тижня, 3 дні наступного тижня». Незважаючи на те, що ситуація постійно змінюватиметься (ми всі втомимось від розмов про «Етап І» та «Фазу 2»), імовірно одне: студенти навчатимуться значною мірою поза фізичною присутністю викладача. Через це нам знадобляться викладачі, наставники та члени спільноти, які пройдуть підготовку тренерів віртуального навчання. Віртуальний тренер з навчання – це людина, яка бачить і говорить речі, які допомагають учневі виграти в його чи її навчанні. Однак контекст радикально і принципово відрізняється від вчителя. Замість навчання змісту, увага зосереджена на практиках, орієнтованих на стосунки, які сприяють зростанню агентства та навчанню. Щоб зробити це добре, ми пропонуємо, що викладач працює в рамках багатой контекстної орієнтації та трьох операційних сфер – усі вони можуть відбуватися віртуально. Опис функціонування системи почнемо з опису стратегій віртуальних зустрічей при реалізації системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій.

### **Стратегії віртуальних зустрічей №1**

Вона складається з використання наступних підходів:

#### **1. Починається до початку:**

Пам'ятаєте, скільки роботи часто можна було зробити до зборів, перед тим, як ви притулилися вдома? У вас будуть важливі розмови, ви створюватимете чи вивчатимете порядок денний, можливо, ви пройшли повз когось у залі й сказали їй, що з нетерпінням чекаєте почути її ідеї? Це життєво важлива річ, тому не зупиняйтеся зараз на цій основній стратегії.

Як ви готуєте себе та інших до зустрічі? Це важливий крок, який допомагає орієнтувати людей на цілі або мету зустрічі, а не віддалятися один від одного та цілей.

Якщо ви проводите зустріч, деякі хороші ідеї включають:

– надсилання **запрошення в календарі** з усіма відомостями про підключення;

– порядок **денний** у запрошенні або легкодоступне посилання;

– запрошення **відповісти** на порядок денний (так: це може відкрити «консервацію черв'яків», і вам, можливо, доведеться відкласти щось на потім, але запит на відгук щодо порядку денного – це чудовий спосіб дати людям відчуття, що вас цінують, ключовий показник найкращого себе);

– велика **вдячність/визнання** за все, чим люди жонглюють, щоб взяти участь;

– **інструкції** щодо того, як приєднатися (в Інтернеті є кілька таких порад щодо технічного забезпечення, на які варто звернути увагу. Якщо це ваша перша віртуальна зустріч, почніть із цієї з Harvard Business Review).

Якщо ви берете участь у зустрічі, обов'язково ознайомтеся з порядком денним і дайте відповідь – навіть якщо це буде «дякую!» і перевірте свою техніку!



## 2. Створіть спільний намір

Як частину вашої попередньої роботи, поділіться наміром щодо спільного часу вашої групи (помістіть це безпосередньо в порядок денний або запрошення). Намір, як правило, не те саме, що ваші результати. Він трохи більш охоплюючий і орієнтований на огляд 10 000 футів. Це дає вам можливість визначити мету зустрічі та дозволяє іншим підійти до неї та побачити, як вона підходить. Уявіть, якби ви влаштували трапезу, і яке лихо може виникнути, якщо всі прийдуть на трапезу з різними уявленнями та очікуваннями щодо того, як це буде: одні очікують сніданку, інші – ситного супу, інші – офіційної вечері тощо. «їжа», яка має прийти, і роздуми про те, який кінцевий результат бажаний, дає можливість узгодження та колективних дій.

Але не зупиняйтеся на досягнутому! Справжня цінність наміру полягає в тому, щоб дозволити людям поділитися вголос, як це їм підходить. На першому етапі вашої віртуальної зустрічі попросіть людей поділитися своїми думками та реакцією на Намір. Що для них працює? чого не вистачає? Що в ньому цінного і чому? (Зверніть увагу, що це не запитання «так» чи «ні» – ви шукаєте справжні відповіді, які стимулюють діалог та участь).

Відповіді, які ви отримуєте на ці запитання, дають людям час налаштуватися на майбутню роботу та створюють дух взаємності та приналежності – ключових показників ефективності для груп. Відкоригуйте намір за потреби та поверніться до нього під час зустрічі як до засобу істинності, якщо це необхідно.

## 3. Запитайте себе: «Чи доступний я?»

Ні, ми не маємо на увазі, що у вас є час у вашому розкладі! Це питання торкається суті «розриву», який існує в усіх стосунках: бажання або схильність однієї або кількох людей рухатися до середовища відносин або від нього. Чим доступнішим ви будете, тим доступнішими будуть інші учасники зустрічі.

Це запитання вставляє цілеспрямовану та уважну паузу в напружене **проведення** зустрічі. Незалежно від того, чи є ви учасником зустрічі чи її керівником, зробіть глибокий вдих і задайте собі це запитання. Якщо пауза допомагає вам зібрати в голові купу думок, а потім дає можливість продовжити, чудово! Але ми також рекомендуємо дозволити собі відповісти «ні». Дуже ймовірно, що ви недоступні! Можливо, ви телефонуєте з дому, діти бігають навколо, жодної надії на домашнє навчання, а ваш бос все ще очікує тих самих цілей ефективності. Іноді простого визнання цього достатньо, щоб зорієнтувати вас на своє «я» та допомогти вам стати більш доступними. Або це може дати вам вагому причину зв'язатися з другом або партнером і трохи висловитися.

У кожній із цих порад є основні контексти та зв'язки, і ми продовжуватимемо додавати їх у наших наступних публікаціях. Ми знаємо, що чарівної палички не існує, але, працюючи з різними групами в 20 країнах світу протягом останніх 25 років, ми знайшли кілька досить ефективних способів допомогти людям «запобігти прогалинам» і створити ефективне середовище відносин, яке працює – навіть віртуальні!

### Стратегії віртуальних зустрічей №2

Чи помітили ви повзучу посередність у своєму житті чи роботі вашої команди чи студентів? Існує багато рекомендацій щодо того, як «розслабитися», але коли справа доходить до роботи та/або навчання, ви, ймовірно, підвищите планку (або принаймні утримаєте її від падіння нижче!).

Не хвилюйтеся: спробуйте ці кроки до ефективної практики, яка перевіряє стільки позитивних переваг, щоб «виділити ненормальне»:

**Увімкніть/налаштуйтеся на прослуховування.** Щоб щось підкреслити, потрібно спочатку помітити це. Просте читання цієї публікації вже налаштовує ваші системи спостереження, щоб бути напоготові, тепер просто зверніть увагу.

**Зверніть увагу на незвичайну участь,** коли хтось пішов далі, ніж зазвичай або очікувалося: вони зробили додатковий крок, витягнулися або пішли далі. Хтось може поставити під сумнів припущення, поставити складне запитання або зголоситися виконати складне завдання. Можливо, ви почули або помітили, що хтось не піддається

самовдоволенню або пробує щось нестандартне. Незалежно від того, що піднімає планку уявлень вашої команди про «залученість» або «участь», зверніть увагу на це.

**Виділіть це!** Висвітліть це якимось у центрі уваги: оцініть/визнайте людину, запитайте, що це змінило тощо – просто зробіть усе можливе, щоб більше зосередитися на дії.

Звертаючи увагу на зразкові дії цієї людини, ви проливаєте світло на бажану якість участі. Коли цей новий вид участі підсвічується, існує неявний дозвіл іншим брати участь на тому самому рівні. У цей момент ви перервали нормальний сценарій і перемістили простір відносин до місця дисонансу\*.

У міру того, як висвітлюється все більше і більше незвичайних результатів, створюється новий нормальний: тепер команда знає, що інший вид участі є стандартним у цій ситуації. Вони почнуть цього очікувати, і це навіть переноситиметься від сесії до сесії. Коли приєднуються нові співробітники або студенти, вони адаптуються до будь-якої «нормальної» ситуації, тож чим більше залучених, тим краще!

У міру того, як смуга залучення буде піднята та нормалізована, ви помітите, що:

- люди отримують більше користі від участі на цьому рівні;
- люди створюють і відчувають загострені стосунки один з одним, і буде чудове почуття приналежності, що є ключовим показником успіху групи.

Остання перевага, про яку ми поділимося в нашій наступній публікації, полягає в наступному: коли ви висвітлюєте ненормальне, ви допомагаєте собі та іншим практикувати **себе комфортно з незручним**. Простіше кажучи, команди та класи, які можуть освоїти цю глибоку практику, бачать експоненціальне зростання ефективності завдяки посиленій співпраці, творчості, зосередженості, стосункам тощо.

Оскільки війна змінює нормальне буття навколо нас, скористайтеся цим інструментом, щоб створити нове-нормальне на основі якостей і навичок, які ви хочете розвивати у своїй команді чи класі.

### **Стратегії віртуальних зустрічей №3**

Без сумніву, найпоширеніша помилка викладачів, менеджерів чи фасилітаторів відбувається протягом перших 10 хвилин роботи з групою. Простіше кажучи, вони починаються занадто швидко.

Можливо, ви чули, як це називають різницею між тим, як потрапити туди й бути там. Просто поява не обов'язково означає **готовність**, і все, що тягне за собою.

Витративши трохи більше часу на початку, можна мати величезні зміни. Особливо в тому, як це формує та орієнтує людей на роботу.

Ця публікація та попередні дві інші конкретно визначають деякі аспекти того, що ми називаємо перші 10 хвилин: різноманітність практик, контекстів і процесів, які будь-хто може використовувати на початку заняття чи зустрічі, щоб допомогти людям стати більш доступними, який ми вільно визначаємо як той досвід, «коли системи навігації індивіда узгоджуються з поточним моментом». Коли ви допомагаєте іншим стати доступними, вони більш готові, відкриті, актуальні, зважені та гнучкі щодо нових ідей. Вони менше прив'язані до очікувань, рідше залишаються віддаленими від розмови та більш «круглдумні», як назвав це один із учасників.

**1. Надайте інформацію:** наш мозок жадає інформації, особливо в умовах невизначеності. Виділіть час на початку зустрічі чи уроку, щоб просто надати інформацію, якої, на вашу думку, люди прагнуть. Це може бути настільки просто, як довго триватиме дзвінок, хто в ньому братиме участь або де можна знайти порядок денний. Або він може містити інформацію про те, що відбувалося «за лаштунками». Подумайте, які інформаційні потреби можуть займати думки людей: поки ви не задовольните ці потреби, ваші учасники залишаться відволіканими та відключеними. Додаткова порада: запитайте людей: «Про що ще вам потрібно знати?» Можливо, ви не зможете надати інформацію, але **можете** переконатися, що її перевірено, і, можливо, зможете повернутися до них пізніше, щоб відповісти на їхні потреби.

**2. Кожен бере участь х2:** це дійсно працює, щоб у людей одразу з'явився дух і звичка брати участь. Коли ви думаєте про перші 10 хвилин вашого онлайн-класу чи зустрічі, які принаймні дві можливості для кожного взяти участь або відповісти? Замість випадкового криголама подивіться, чи можете ви пов'язати його зі своїм наміром (докладніше тут). Можливо, ви могли б...

Ставте запитання, які вимагають усної відповіді або відповіді від кожного («Підніміть руку, якщо ви...» або «Оцініть свій рівень хвилювання від одного до п'яти та підніміть пальці, щоб показати свою оцінку...»)

Додайте відповідь на інше запитання в кімнаті чату.

Використовуйте кімнати для сеансів для пар або груп не більше ніж з чотирьох, щоб відповісти на коротке запитання, а потім поділіться коротким описом розмови з усією групою.

Попросіть людей відповісти на словесне запитання: «Я був здивований \_\_\_\_\_»; «Я дуже сумую за \_\_\_\_\_»; «Одна річ, яка мені подобається в нинішній реальності, це \_\_\_\_\_»

Візьміть участь у якомусь ритуальному початку групи: поділіться «високим» і «низьким», оцініть когось у групі за щось тощо.

Що б ви не робили, ваша мета полягає в тому, щоб створити «смугу участі»: рівень залучення, який ви шукаєте/очікуєте, і це допоможе створити його для початку.

Якщо ви починаєте надто швидко й не даєте людям часу «бути там», планка участі залишатиметься низькою, оскільки люди продовжуватимуть свою орієнтацію убік від простору відносин, який ви хочете створити.

Перші 10 хвилин легко перенести в поточне робоче та навчальне середовище в Інтернеті, і вони справді допомагають у складні часи створити середовище для спілкування, яке сприяє участі, навчанню та співпраці. Якщо вам потрібна додаткова інформація, ви можете запланувати безкоштовний чат, отримати більше інформації про майстер-клас

### **Розробка структурної схеми**

На основі отриманих моделей будується структурна схема системи, що умовно має три складових – навчальну (змістовну), методичну та наукову (рисунок 1).

Тут штрих-пунктирною лінією об'єднано методичну і навчальну складові моделі. Для їхнього моделювання використовуються евристичні методи, а для формального опису наукової складової застосовуються логічні методи моделювання.

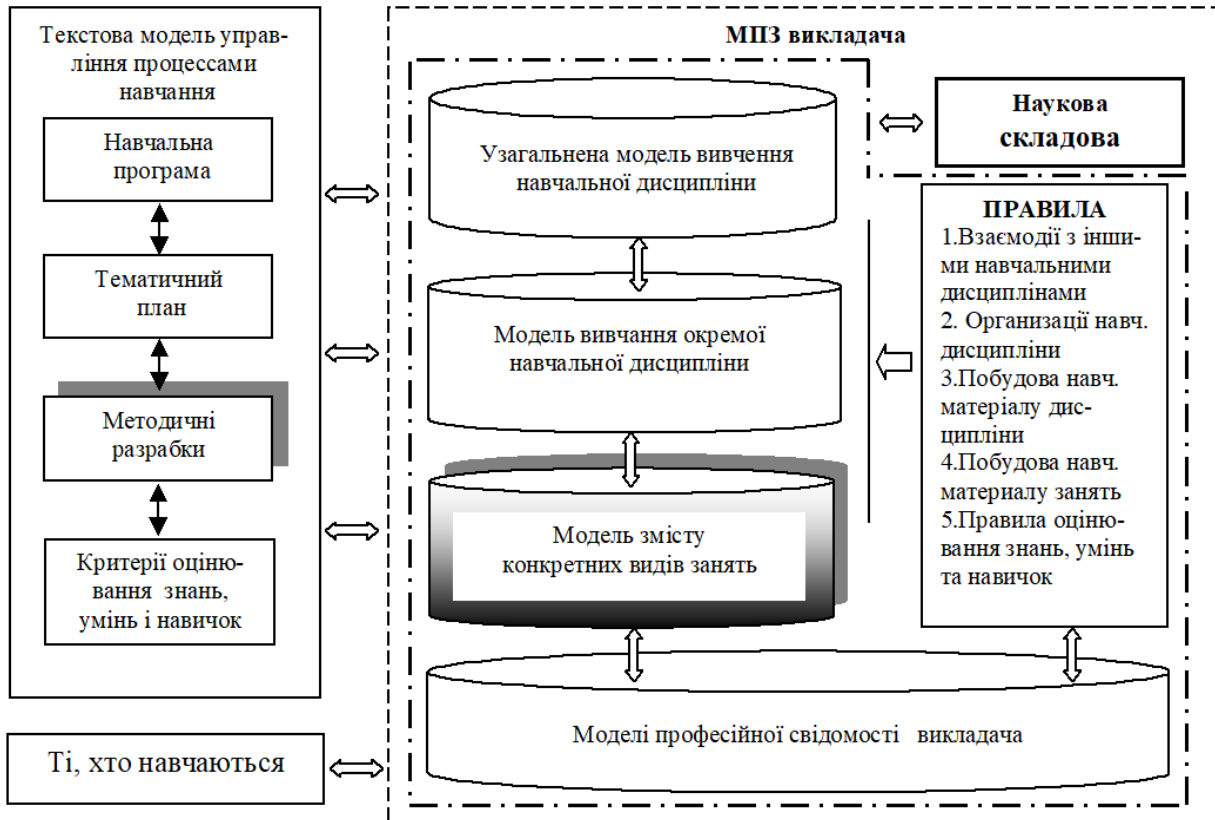


Рисунок 1 – Структурна схема системи

При створенні моделі наукової складової професійних знань викладача уведено наступні посилання, обмеження та припущення. Вважається, що наукова складова тісно пов'язана з навчально-методичною складовою та істотно впливає на неї, а також на професійну діяльність викладача в цілому. Наукова складова спочатку формується, в основному, у процесі роботи викладача над PhD дисертацією, де пред'являються високі кваліфікаційні вимоги до структури та змісту наукової роботи. Наукова складова викладача розвивається й удосконалюється впродовж часу. А саме вона удосконалюється, в першу чергу, у предметній області, в якій працює викладач. Залучаєте нового працівника? Потрібно сертифікувати весь відділ? Звичайно, ви завжди можете впоратися з навчанням на робочому місці за допомогою кількох слайдів PowerPoint або документів Word, надісланих електронною поштою, але чи не хочете ви, щоб ваша команда відчувала мотивацію, коли її наймають або вивчають нові стандарти компанії? Саме тут вступають у гру захоплюючі платформи електронного навчання, такі як розроблена у даній роботі система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Забудьте про круті криві навчання та години звикання до робочого процесу – ідея системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій полягає в тому, щоб якомога швидше налаштувати користувачів на роботу. Система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій розроблена для прямої сумісності з програмою, що дозволяє вам працювати безпосередньо в програмному забезпеченні для створення слайдів замість того, щоб освоювати новий автономний інтерфейс. Майте на увазі, що система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій є інструментами для розробки лише для Windows. Користувачі Mac повинні мати віртуальний клієнт Windows, встановлений на своїй машині, щоб отримати доступ до програмного забезпечення. Щойно ви запуснете PowerPoint, власники розробленої системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій отримають доступ до інтуїтивно зрозумілих інструментів курсу, щоб підвищити

залученість тих, хто бере участь у навчальних модулях. Власники продукту можуть створювати налаштовувані дії перетягування, тести, відео, рольові ігри та інші типи симуляції робочого місця, щоб доповнювати будь-який вміст компанії, який висвітлюється в презентації PowerPoint. Система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій використовує платформу для тренінгів із продажів і продуктів, каналів, відповідності та сертифікації. Під час створення вмісту власники та зацікавлені сторони компанії мають доступ до ряду інструментів, які допомагають цьому процесу, включаючи блоги системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій, вебінари та технічні документи. Система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій – це чудове розширення для браузера, яке власники можуть використовувати для створення, обміну та зберігання матеріалів система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій із колегами по команді, адміністраторами компанії та зацікавленими сторонами. Модулі можна використовувати за допомогою простих інструментів зв'язування, і ось найкраща частина – ви можете використовувати систему автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій з будь-яким настільним обладнанням, оскільки це просто інструмент браузера. Курси системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій можна експортувати за допомогою HTML5, що робить модулі сумісними з будь-яким обладнанням – від комп'ютерів і Mac до телефонів і планшетів (під управлінням iOS, Android і Windows). І якщо ви не використовуєте систему автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій як платформу LMS, будь-який вміст, який ви експортуєте з система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій, буде сумісний із провідними сьогодні інструментами LMS. Підтримувані стандарти електронного навчання включають SCORM 1.2, SCORM 2004, AICC, cmi5 і xAPI (Tin Can).

### **Конфіденційність**

Безпека даних є надзвичайно важливою під час використання будь-якого програмного забезпечення, онлайн чи офлайн. Будучи внутрішнім обробником ваших даних, система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій збирає дані користувачів, щоб надавати послуги компанії, підтримку клієнтів і персоналізовані функції для вашого плану. Після збору інформації про користувачів система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій використовує ряд невизначених сторонніх центрів збору в США та Німеччині для зберігання даних. З точки зору протоколів шифрування, які використовуються, Intel система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій пропонує лише «ми використовуємо технічні засоби для захисту ваших даних». Система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій пропонує низку пакетних планів для платформ Suite, Learn і Market, з вибором для кількох авторів на початковому рівні до налаштованих корпоративних планів для великих організацій. Рішення системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій йдуть назустріч багатьом провідним авторським платформам електронного навчання. Одним із таких конкурентів є Gomo Learning. Використовуючи HTML5 як стандарт створення курсів, користувачі Gomo мають необмежений доступ до бібліотеки шаблонів Gomo, цілодобову підтримку та доступ до навчальних інструментів Gomo. Порівняно з система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій, Gomo пропонує набагато менше хмарного сховища за малим і середнім цінами (1 ГБ і 4 ГБ відповідно). Також не подобається, що немає стандартних варіантів ціноутворення. Усі щомісячні внески має вказати представник Gomo. Другою альтернативою є dominKnow. Загалом дорожчий, ніж iSuite, ціна починається від 97 доларів США на місяць для одного



користувача та включає необмежену кількість завантажень курсів, 5 ГБ пам'яті, HTML, SCORM та інші поширені інструменти публікації, а також доступ до великої бібліотеки шаблонів dominKnow. Асортимент продуктів системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій надає авторам усі інструменти та засоби відстеження, необхідні для того, щоб команди були освіченими та оновлювалися.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій; Досліджена система автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
2. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
3. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
4. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
5. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
6. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
7. Oleksii Smirnov, Aleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
8. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
9. Smirnov Oleksii, Kovalenko Aleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. International Conference «information technologies, systems and networks ITS-2017». Chisinau, Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces “Alexandru cel Bun”. 2017. P7.
10. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. Науково-практичний журнал кібербезпеки (SPCSJ) № 1. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.
11. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.
12. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Рябой Д.К., Рябая О.В. Модель вузла комутації з відносними пріоритетами, резервуванням ресурсів і обліком реальної надійності обслуговуючих приладів. Збірник тез всеукраїнської

- науково-практичної інтернет-конференції «Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті». м. Кропивницький. 16-17 листопада 2017 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. – С. 198-199.
13. Смірнов О.А., Коваленко О.В. Використання псевдобулевих методів бівалентного програмування для управління ризиками розробки програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 1 (37). - Полтава: ПолтНТУ. - 2016. - С. 98-103.
  14. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Формалізація процесу проектування тестових наборів. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 3 (48). - Харків: ХУПС. - 2016. - С.96-100.
  15. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Удосконалення методу перевірки коректності таблиць рішень для подання тестових наборів. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 8 (145). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 77-80.
  16. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Розробка впорядкованих каскадних таблиць рішень із використанням матриць слідування. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 6 (143). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 216-220.
  17. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Метод кількісної оцінки ризиків розроблення програмного забезпечення. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). - Харків: ХУПС. - 2016. - С. 128-133.
  18. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Метод якісного аналізу ризиків розроблення програмного забезпечення. Наука і техніка Збройних Сил України. – Випуск 2(23). - Харків: ХУПС. - 2016. - С. 150-158.
  19. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Проблеми аналізу та оцінки ризиків інформаційної діяльності. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 40-42.
  20. Смірнов О.А., Коваленко А.С., Коваленко О.В., Доренський О.П. Удосконалення методу технічного обслуговування об'єктів інтегрованої інформаційної системи. Системи озброєння і військова техніка. – Випуск 2(46) – Х.: ХУПС – 2016. – С. 103-107.
  21. Smirnov A.A., Kovalenko A.V. Kovalenko A.S. Dorensky A.P. Information model and its element for displaying information on technical condition of objects of integrated information system. International Journal of Computational Engineering Research (IJCER). – Volume 6, Issue 1. – India. Delhi. – 2016. – P. 21-27.

УДК 004

А.Шепель, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОНОВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ ХМАРИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Об'єктом дослідження є процес оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Предметом дослідження є методи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Методи дослідження базуються на методах теорії побудови геоінформаційних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Впровадження нових інформаційно-телекомунікаційних технологій дозволило по-новому вирішити проблеми координатно-часового забезпечення. Широке використання супутникових методів, таких як Глобальна навігаційна супутникова система (GNSS), стало основою для розвитку Національної географічної інформаційної системи (NGIS) в Україні та завдання розробки основ для створення та використання нової національна відкрита система координат. У 2005 році в країні стартувала програма створення Державної геодезичної мережі (ДГМ) на основі вимірювань ГНСС. Досягнуті вагомні результати по створенню Фундаментальної астрогеодезичної мережі (FAGN), удосконаленню методів її побудови та підвищенню точності координат шляхом впровадження нових технологій вимірювань та коллокації з існуючими станціями Міжнародної мережі GNSS. Всесвітня геодезична система (WGS-84) є системою відліку для системи GNSS. Однак досі в Україні для координатно-часової опори використовується місцева опорна геодезична система Координатна система 1942 (CS42), заснована на еліпсоїді Красовського. Національна система висот країни є Балтійською нормальною системою висот. Він був прийнятий в 1977 році і прив'язаний до середнього рівня моря з нульовою відміткою Кронштадтського мареографа в Пулково. Такі чинники, як спосіб реалізації CS42, його орієнтування в просторі та, особливо, регіональні геодинамічні особливості призвели до різниці у визначенні положення об'єктів у цих геодезичних системах від кількох метрів до кількох сотень метрів. На сьогоднішній день геодезичні підприємства країни мають великий картографічний матеріал, координати якого визначаються в системі Гаусса-Крюгера 1942 року, а висоти – в Балтійській нормальній системі висот. Щоб максимально використати геодезичний і картографічний потенціал, створений на даний момент, постало завдання надати користувачам методологію та дані для полегшення перетворення координат між місцевою геоцентричною системою координат на основі еліпсоїдів CS42 і WGS84.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.
- Дослідження системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.
- Програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

*Об'єктом дослідження* є процес оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

*Предметом дослідження* є методи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії побудови геоінформаційних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Проведемо аналіз поточного стану технологій проведення топографічних зйомок, існуючих методик, апаратних і програмних засобів для проведення робіт. У цей час для виконання робіт застосовують різні сучасні методи й засоби. Але не всі методики й устаткування, що використовується для досягнення поставлених завдань, завжди економічно й технічно обґрунтовано.

Застосування лазерного 3D сканування обумовлено високою вартістю устаткування, зайвою щільністю й точністю вимірів, однак є перспективним методом.

Стереотопографічний метод має недоліки при зйомці з високою щільністю забудови й густою деревною рослинністю, вимагає певних правил і часових рамок виконання, кваліфікованого персоналу і є не раціональним з погляду вартості робіт і устаткування.

Велике застосування знайшли сучасні методи тахеометричної й супутникової технології. Ці технології динамічно розвиваються при інтеграції з областю високих комп'ютерних технологій і дозволяють вирішувати більший спектр геодезичних і картографічних завдань. Тому надалі розглянуті технологічні процеси з використанням сучасних приладів і апаратно-програмних засобів. Дане дослідження було б не повним, якщо не розглянути хоча б основні й найпоширеніші апаратно-програмні засоби. На сьогоднішній день дані програми стали невід'ємною частиною технологічного процесу при створенні, зберіганні й відновленні ТП і К усього масштабного ряду. Протягом останнього сторіччя безупинно відбувалися зміни в стані технічних і програмних засобів, використовуваних для виконання польових геодезичних робіт, створення й відновлення картографічної інформації. Ці зміни пов'язані з розвитком ІТ-технологій, вимог автоматизації всіх видів геодезичних робіт і впровадження у виробництво останніх досягнень у галузі науки й техніки.

Актуальні завдання, розв'язувані в теперішній час геодезистами, вимагають застосування нових технологій і високотехнологічної техніки, застосування інтегрованих приладів і програмних засобів, що дозволяють вирішувати їх у найкоротший термін з максимальною економічною ефективністю. У цей час на ринку геодезичного устаткування існують інтегровані геодезичні прилади нового покоління, що дозволяють оперативно вирішувати завдання геодезії й картографії в автоматизованому режимі з абсолютно новим принципом збору просторової інформації про місцевість. Такі вимірювальні прилади постачені убудованими обчислювальними засобами, повнокольоровими екранами й запам'ятовувальними пристроями, що створюють можливість реєстрації й зберігання результатів вимірів для подальшого їхнього використання в технологічному процесі.

Також велике значення має перспективність даного напрямку для геодезії, картографії й ГІС. Тому при виборі ІАСВК, у першу чергу, спочатку необхідно визначити:

- для яких цілей необхідно дане устаткування;
- тип виконуваних завдань;
- необхідна точність позиціонування;
- вивченість району, де будуть вироблятися роботи й т.д.

Тільки після цього можна приступитися до вибору необхідного устаткування, тому що ціни на супутникові приймачі коливаються в більших межах, і не варто переплачувати за недопрацьовані, непотрібні опції й можливості. Для цього проаналізовані існуючі інтегровані супутникові приймачі, найбільш відомих фірм виробників, їхні технічні характеристики й програмне забезпечення що дозволяють вирішувати великий спектр завдань. Обробка результатів польових вимірів, як правило, виробляється за допомогою спеціального програмного забезпечення. При викладі матеріалу даного розділу розглядаються ГІС, орієнтовані на роботу з ІАСВК і спільного використання растрових і векторних матеріалів (фотопланів, карт, цифрових моделей місцевості), які забезпечують:

- перекодування й перетворення масиву «сирих» даних;
- переклад вихідних матеріалів у векторний вид;
- прив'язку до векторних об'єктів баз даних семантичної інформації;
- організацію взаємозв'язків між об'єктами;
- що володіють великими функціями за аналізом спільно й роздільно метричної й семантичної інформації.

Програмні засоби можуть обробляти значні обсяги даних. Однак створення геоінформаційних систем і їхня інтеграція з апаратурою ГНСС при створенні й відновленні топографічної інформації, баз даних, у тому числі в On-line і режимі пост-обробки, залишають велику кількість питань щодо використання даних видів програмних продуктів. Підбиваючи підсумок аналізу даного етапу можна зробити наступний вивід: основним критерієм для вибору приладового й апаратного засобу стає можливість роботи з більшою кількістю інформації, простота використання й сумісності з ГІС пакетами. У результаті, мабуть, що існуючі технології й методи не дозволяють говорити про впровадження нової техніки у виробництво. За результатами проведеного аналізу при існуючих приладах, апаратно-програмних засобів необхідно розробити універсальну методику й технологію для спільного використання, застосування сучасних методів зйомки, сучасних технічних засобів і ГІС. Дана тенденція диктується вимогами до строків виконання робіт і є актуальним завданням в області геодезії й картографії. Надто важливо, з погляду економічної ефективності, використання сучасного комбінованого методу для процесу створення, обробки, зберігання поширення й відновлення цифрових ТП і К.

### **Розробка структурної схеми**

Проведемо проектування структурної схеми системи створення й відновлення ТП і К із застосуванням ІАСВК і ГІС технологій, що відповідають принципам і вимогам її побудови, виявлених за підсумками аналізу предметної області.

Архітектура системи націлена на рішення наступних завдань: оперативного моніторингу й відновлення топографічних карт і планів; універсальність і простота використання всієї гео– просторової інформації; максимальна автоматизація проведення всіх процесів; мінімізація витрат і працезатрат; сумісність форматів і конвертація інформації; виключення грубих помилок і контроль якості готової продукції.

Дана структурна схема припускає використання сучасних методів топографічної зйомки й апаратно-програмних засобів. Розроблена структурна схема показана на (рис.1).

Технологічний процес містить у собі чотири основних етапи: підготовчий; польовий; камеральний; контроль якості й прийом готової продукції.

По суті структурна схема реалізує навігаційну парадигму пошуку рішення, коли за результатами аналізу вихідної інформації приймається рішення по питанню вибору методу зйомки.

На першому етапі з існуючого банку гео– просторових даних збирається вся наявна інформація про місцевість, у якій передбачається вести роботи. Після вивчення або аналізу існуючої інформації приймається рішення про необхідність залучення додаткових даних, отриманих від міністерств і відомств, адміністрації, або інших органів самоврядування. У процесі необхідно з максимальною ймовірністю встановити зміни, що відбулися, для вибору методу зйомки. Якщо дана інформація відсутня або повністю застаріла, приймається рішення



про вибір економічно ефективного методу первісного створення карт і планів аерофотознімання. Якщо дана інформація застаріла частково, приймається рішення про вибір комбінованого методу для оперативного відновлення. Після вибору методу вирішується питання фінансування. Розробляється або використовується наявний класифікатор об'єктів, пункти з відомими координатами. Всі зібрані дані завантажуються в прилади.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

На другому етапі виконується робота у полі. При супутниково-тахеометричному методі бригада може складатися із двох чоловік, що значно скорочує витрати на заробітну плату. У полі виробляється обстеження вихідних реперів, визначаються зміни, що відбулися, із часу останнього відновлення плану або карти. Наступний крок – створення знімальної основи. Для цієї мети традиційно прокладаються тахеометричні ходи. Однак з появою супутникових методів створення знімального обґрунтування сталася більше простим і швидким. Проблема існуюча в тахеометрів – необхідність у видимості. У супутникових методах не потрібна видимість між пунктами й можливість роботи одночастотної апаратури до 25 км із заявленою точністю фірми виготовлювача. Новий рівень геодезичного устаткування дозволяє зробити максимальну інтеграцію з використовуваною ГІС. Крім геодезичних вимірів приймач дозволяє у полі збирати семантичну інформацію, що кодується за допомогою обраного й завантаженого класифікатора. При проведенні польових робіт додатково збираються різні фото- і відеоматеріали, які також можна прив'язати до об'єкта й розмістити в банку даних. Крім того, до будь-якої пікетної точки можна записати інформацію в текстовому або аудіо форматі, використовуючи прилад як диктофон. Для проведення польових робіт з високою точністю необхідно мінімум два пристрої: одне (базова станція) працює на пункті з точно відомими координатами, інше (ровер) – у точці, що підлягає зйомці. Треба відзначити, що при базовій лінії в 10 км час стояння на пункті в середньому становить 20 хв. Більшість статичних спостережень може бути виконане в автоматизованому режимі, так що оператор не потрібно. Однак корисно виконувати

перевірку даних протягом сесії, і будь-які відхилення необхідно відзначати в польовому протоколі. Обробка й малювання об'єктів звичайно автоматизовані, так що роботи у полі не займають багато часу. Запис нових ГІС-даних починається після вибору класифікатора й створення проекту зйомки. При даному виді зйомки можливий контроль створення й відновлення цифрових топографічних карт безпосередньо у полі (у реальному масштабі й часі), у тому числі виявлення помилок, невідповідностей і недоліків (з'єднання лінійних умовних знаків, додавання інформації про матеріал, стан і інші параметри й т.п.). Після дані повинні бути переміщені на ПК для їхньої наступного аналізу, обробки урівняння й коректування існуючих цифрових топографічних карт.

На третьому етапі проводиться аналіз і обробка польових вимірів і їхня конвертація в ГІС середовище для: створення, наповнення, зберігання, відновлення й поширення цифрових топографічних карт, підготовки карт до друку.

По закінченні польових робіт із приладів необхідно скачати інформацію на ПК. У ході камеральної обробки застосовують інтегровано-автоматизовану обробку даних. Після отриманні результати необхідно конвертувати в зрозумілий формат ГІС середовища для їхньої подальшого використанні. Тому при даній технології розроблений конвертор імпорту й експорту цифрових даних. Зокрема, перетворення координат повністю відповідають стандарту OpenGIS. Для рішення зазначеного двоєдиного завдання при реалізації програмних засобів імпортування й експортування даних від геодезичних приладів урахувалися об'єктивні й суб'єктивні фактори даного питання. Об'єктивним фактором є широка розмаїтість цифрових геодезичних приладів і, як наслідок, велика кількість форматів зберігання даних. До суб'єктивних факторів можна віднести правила ведення зйомки, або вірніше їхня відсутність, при виконанні польових вимірів багатьма геодезистами. Функції експорту й імпорту даних покликані забезпечити взаємодія ГІС із іншими інформаційними системами. Для підтвердження розробленої методики й технології надалі на підставі експериментальних досліджень будуть наведені обґрунтовані результати по виявленню точнісних характеристик супутникових вимірів на прикладі комплексного дослідження декількох класів супутникової апаратури.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари; Досліджена система оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
3. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
4. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*. Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
10. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
13. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
14. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», *10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019*; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», *10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019*; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019*, P. 395-399.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova, K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: *ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures*. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
18. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. *Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1*, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
19. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. *Asian Journal of Information Technology*. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
20. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. *Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційна безпека та комп’ютерні технології”*, м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
21. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. *International Conference «information technologies, systems and networks ITSN-2017»*. Chisinau, Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces “Alexandru cel Bun”. 2017. P7.
22. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. *Науково-практичний журнал кібербезпеки (SPCSJ) № 1*. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.
23. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. *Системи управління, навігації та зв'язку*. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.

УДК 004

В.Шульга, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОМПАКТНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВІДЕОДАНИХ З МЕТОЮ ЗМЕНШЕННЯ ЧАСУ ЇХ ОБРОБКИ І ПЕРЕДАЧІ У МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет. Об'єктом дослідження є процес компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет. Предметом дослідження є методи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Більшість цифрових зображень містять високий ступінь надмірності, що означає, що ефективна техніка стиснення може значно зменшити кількість інформації, необхідної для їх зберігання або передачі. Цю надлишковість можна знайти між окремими пікселями, між лініями або між кадрами, коли сцена нерухома або трохи рухається. Приблизно з 1989 року рухомі цифрові відеозображення були інтегровані з програмами. Складність реалізації рухомого цифрового відео полягає у величезній смузі пропускання, необхідної для кодування відеоданих. Наприклад, зображення чверті екрана (320 x 240 пікселів), що відтворюється на відеоекрані RGB із повною швидкістю 30 кадрів/с, потребує зберігання та передачі 6,9 мільйонів байтів на секунду (МБ/с). Ця швидкість передачі даних просто непомірно висока, тому засоби стиснення цифрового відео, придатні для відтворення в реальному часі, є необхідним кроком для широкого впровадження додатків цифрового відео руху. Було розроблено та реалізовано багато алгоритмів стиснення цифрового відео. Коефіцієнти стиснення цих алгоритмів змінюються залежно від суб'єктивного прийнятного рівня помилки, визначення слова «стиснення» та того, хто робить заяву.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі інтернет.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет.
- Дослідження системи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет.



– Програмна реалізація системи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет.

*Об'єктом дослідження є процес компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет.*

*Предметом дослідження є методи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет.*

*Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.*

**Виклад основного матеріалу.** Розмір відеофайлу може бути складним, і концепція зменшення розміру відеофайлу пов'язана з багатьма технічними змінними. Ви можете зменшити розмір файлу, щоб легше надсилати його колегам, або швидше завершити завантаження на YouTube. Може бути важко зрозуміти, з чого почати, намагаючись зменшити розмір файлу. Нижче ми зібрали корисну інформацію, яка допоможе вам розпочати подорож зі зменшення файлів!

#### **Формат відео та тип файлу**

Якщо ви вперше знайомі з цими поняттями, будь ласка, не припиняйте читати лише тому, що ми використовуємо багато жаргону, ми спробуємо пояснити кожен, і, перейшовши за відповідними посиланнями, ви також можете краще зрозуміти кожен з них.

Є багато різних відеоформатів, у які можна експортувати готове відео. Щоб допомогти вам зрозуміти відеокодеки та контейнери, ми написали докладну публікацію про відмінності типів відеофайлів. Кодеки кодують або стискають потоки даних для зберігання, відтворення та редагування відео на різних платформах. Дізнайтеся більше про кодеки тут. Можливо, ви чули про кодек h.264 (можливо, не чули, але тримайтеся). Цей кодек створює MP4, який зазвичай забезпечує найкращу якість із найменшим розміром файлу. Через це MP4 дуже популярний для веб-доставки, включаючи YouTube, Facebook, Twitter та Instagram. Щоб допомогти вам не надто турбуватися про розмір файлу, ми створили відеовиходи Camtasia та Snagit, які за замовчуванням використовують тип файлу MP4, і в більшості випадків рекомендуватимуть MP4 для обміну в Інтернеті.

Серед інших поширених типів відеофайлів:

- .MOV (Apple Quicktime Movie).
- .AVI (чергування аудіо і відео – Microsoft).
- .WMV (Windows Media Video – Microsoft).
- .FLV (формат Flash Video).

І багато іншого! Ви можете дізнатися все про різні типи відеофайлів, перераховані вище, прочитавши цю статтю.

**Висновок:** використовуйте тип файлу MP4, щоб зберегти якість і зменшити розмір файлу.

#### **Розміри відео (у пікселях)**

Роздільна здатність відео визначає розмір у висоту та ширину, у якому буде створено відео. Роздільна здатність визначається кількістю горизонтальних ліній відео зверху вниз. Відео більшої роздільної здатності значно збільшить розмір файлу. Як ви можете собі уявити, відео 1920 x 1080 (1080p) матиме більший розмір файлу, ніж відео 1280 x 720 (720p). Відео 1080p має більше горизонтальних ліній (більше інформації), що робить розмір відеофайлу більшим. Деякі записи екрану, зроблені на дисплеях з високою щільністю, можуть навіть створювати відео з роздільністю 3840 × 2160 пікселів або вище (4k). Дисплеї високої щільності мають мільйони пікселів і тисячі горизонтальних ліній; ще більше інформації! *Не записуйте весь екран*, якщо це дійсно необхідно, або подумайте про використання масштабування та панорамування під час редагування відео. Таким чином ви можете зменшити масштаб відео, але все одно зосередити увагу глядача на певній частині екрана. У Camtasia ви можете змінити налаштування проекту, щоб створювати відео з бажаною роздільною здатністю.



**Висновок:** експортуйте з відповідною роздільною здатністю для вашого проекту. Експорт у 720р або 1080р буде працювати для більшості людей.

#### **Скільки дійства у вашому відео?**

Якщо у вас багато переходів (витирання, розмиття, анімація) разом із зображеннями, що швидко розвиваються, ваш файл буде більшим. Наприклад, запис досить статичної презентації слайдів (менше дій) призведе до меншого розміру файлу, ніж запис деякого живого відео на екрані (більше дій). Використання відеоформату MP4 також допоможе зменшити деякі проблеми з розміром файлу, пов'язані з переміщенням, оскільки MP4 дуже ефективний у цьому відношенні.

**Висновок:** додавання великої кількості рухів і переходів призведе до того, що ваш файл стане більшим.

#### **Аудіо**

Іноді аудіо може створювати файли більшого розміру, хоча в більшості випадків пристрої для запису та програмне забезпечення стискають аудіо, щоб не створювати файли великих розмірів. Крім того, дуже рідко коли нестиснене аудіо буде чути для ваших глядачів. Після завершення редагування відео обов'язково екпортуйте його зі стислим звуком. Виходи за замовчуванням для форматів MP4 Camtasia та Snagit використовують стиснення аудіо AAC, яке забезпечує хороше поєднання якості звуку та розміру файлу.

**Висновок:** стискайте аудіо під час експорту. У більшості проектів рідко коли потрібен нестиснений звук. Ознайомтеся з нашими найкращими методами роботи з аудіо.

#### **Частота кадрів (FPS)**

Що таке частота кадрів? Радий, що запитав! Щоб отримати детальний опис, перегляньте посібник для початківців щодо частоти кадрів. Коротка відповідь полягає в тому, що частота кадрів вказує, скільки кадрів (думаю: зображень) показується глядачеві за секунду. Більшість фільмів знімають зі швидкістю 24 кадри в секунду. Домашнє відео та відеокамери зазвичай мають швидкість 30 кадрів/с. Що краще? Це суб'єктивне запитання, яке залежить від цільової аудиторії. Ви прагнете виглядати відео чи кінематографічно? Спеціальні налаштування виробництва в Camtasia дозволяють від 1 до 30 кадрів на секунду (fps). Хоча за замовчуванням 30 кадрів в секунду є стандартними для відео, якщо ви хочете отримати більше кінематографічного, можете знизити її до 24 кадрів в секунду. Вища частота кадрів часто створює більший розмір файлу під час експорту.

**Висновок:** використовуйте частоту кадрів, яка підходить для вашого проекту. Пам'ятайте, що більша частота кадрів призведе до дещо більшого розміру відео.

#### **Розробка структурної схеми**

Ця робота представляє Deerp4D – компактне генеративне представлення форми та зовнішнього вигляду із знятих 4D об'ємних відеорядів людей. Об'ємне 4D-відео забезпечує високореалістичне відтворення, відтворення та рендеринг вільної точки зору актора з систем збору відео з кількома видами. Глибока генеративна мережа тренується на 4D відеопослідовностях актора, який виконує кілька рухів, щоб вивчити генеративну модель динамічної форми та зовнішнього вигляду. Ми демонструємо, що запропонована генеративна модель може забезпечити компактне закодоване представлення, здатне до високоякісного синтезу 4D об'ємного відео зі стисненням на два порядки величини. Варіаційна мережа кодера-декодера використовується для вивчення закодованого латентного простору, який відображає 3D-позу скелета в 4D-форму та зовнішній вигляд. Це дозволяє синтезувати високоякісний об'ємний 4D-відео за допомогою скелетного руху, включаючи дані захоплення скелетного руху. Цей закодований латентний простір підтримує представлення кількох послідовностей із динамічною інтерполяцією для переходу між рухами. Тому ми представляємо графіки руху Deerp4D, пряме застосування запропонованого генеративного представлення. Графіки руху Deerp4D дозволяють створювати інтерактивну анімацію персонажів у реальному часі, зберігаючи правдоподібну реалістичність руху та зовнішнього вигляду із знятого об'ємного відео. Графіки руху Deerp4D неявно поєднують кілька захоплених рухів з уніфікованого представлення для анімації персонажів з об'ємного

відео, дозволяючи генерувати нові рухи персонажів із динамічною формою та деталями зовнішнього вигляду.

Об'ємне відео – це новий медіа, який дозволяє відтворювати динамічні сцени з вільною точкою огляду та відтворювати динамічні сцени з візуальною якістю, що наближається до якості знятого відео. Це має потенціал для створення високореалістичного контенту для захоплюючого досвіду віртуальної та доповненої реальності. Об'ємне відео створюється за допомогою кількох студій запису продуктивності, які зазвичай складаються з синхронізованих камер, які одночасно записують виступ. Згенерований вміст зазвичай складається з 4D-динамічної сітки та послідовностей текстур, які представляють візуальні особливості сцени, наприклад, форму, рух і зовнішній вигляд. Це дозволяє відтворити виконання з будь-якої точки зору та в будь-який момент часу, хоча це вимагає величезних обчислювальних зусиль для обробки та збереження. Зйомка об'ємного відео наразі обмежується відтворенням записаного виступу та не підтримує анімацію для зміни, комбінування або генерування нових послідовностей рухів. У попередній роботі були представлені методи анімації з об'ємного відео, засновані на повторній дискретизації та конкатенації об'ємних послідовностей.

Відтворення реалістичного вигляду людини є особливо складною проблемою. Люди – соціальні тварини, які еволюціонували, щоб читати емоції за допомогою мови тіла та міміки. Як наслідок, люди надзвичайно чутливі до рухів і артефактів візуалізації, що породжує добре відому дивовижну долину у фотореалістичному відтворенні людської зовнішності. Нещодавно було досягнуто значного прогресу у використанні глибоких генеративних моделей для синтезу високореалістичних зображень і відео сцен, що важливо для таких програм, як маніпуляції зображеннями, відеоанімація та рендеринг віртуальних середовищ. Людські аватари зазвичай візуалізуються за допомогою детальних, чітких 3D-моделей, які складаються з сіток і текстур, і анімуються за допомогою спеціальних моделей руху для імітації людської поведінки та діяльності.

Останні роботи показали, що можна навчитися та анімувати природну людську поведінку (наприклад, ходьбу, стрибки тощо) на основі даних захоплення рухів людського скелета (MoCap) акторської гри. З іншого боку, проектування реалістичної 3D-моделі людини все ще є трудомістким процесом. Враховуючи величезний успіх глибоких генеративних моделей, виникає запитання, чому б і ні також навчитися генерувати реалістичне зображення людини? Обумовлюючи процес створення зображення генеративної моделі додатковими вхідними даними, вивчаються відображення між різними областями даних, які, наприклад, дозволяє контролювати та маніпулювати формою об'єкта, перетворюючи ескізи на зображення, а зображення – на картини. Нещодавно генеративні методи покращили роздільну здатність і якість отриманих зображень. Проте генератори продовжують працювати як чорні скриньки, і, незважаючи на останні зусилля, розуміння різних аспектів процесу синтезу зображення невідоме. Властивості латентного простору також погано вивчені, а широко продемонстрована інтерполяція латентного простору не забезпечує кількісного способу порівняння різних генераторів один з одним. Керуючись останніми досягненнями в генеративних мережах, ми пропонуємо архітектуру для навчання генерації динамічної 4D-форми та зовнішнього вигляду з високою роздільною здатністю, яка розкриває способи керування зображенням синтез. Наш генератор зовнішнього вигляду починається з вивченого простору руху та регулює роздільну здатність зображення на кожному шарі згортки на основі коду прихованого руху, таким чином безпосередньо контролюючи силу характеристик зображення в різних масштабах.

Ця робота пропонує Deep4D, глибоке генеративне представлення динамічної форми та зовнішнього вигляду з 4D об'ємного відео людського характеру. Запропонований підхід вивчає ефективне представлення стисненого латентного простору та генеративну модель із 4D об'ємних відеопослідовностей людини, яка виконує кілька рухів. Компактне представлення прихованого простору досягається за допомогою варіаційного кодера-декодера для вивчення відображення 3D-руху скелета до відповідної повної 4D-об'ємної

форми, руху та зовнішнього вигляду. Закодований прихований простір підтримує інтерполяцію динамічної форми та зовнішнього вигляду для плавного переходу між знятими 4D об'ємними відеопослідовностями. У цій роботі представлені графіки руху Deep4D, які використовують генеративне представлення кількох 4D-об'ємних відеопослідовностей у вивченому латентному просторі для забезпечення інтерактивної анімації з оптимальним переходом між рухами. Основні нові внески цієї роботи:

– Deep4D, генеративне представлення форми та зовнішнього вигляду для 4D об'ємного відео, яке забезпечує компактне зберігання та інтерактивну анімацію в реальному часі.

– Відображення руху скелета у 4D-об'ємному відео для синтезу динамічної форми та зовнішнього вигляду.

– Графіки руху Deep4D, анімаційна основа, створена на основі представлення Deep4D, яка дозволяє використовувати високорівневі 4D-символи, уможливаючи синтез нових рухів і взаємодію з користувачем у реальному часі.

### **Пов'язана робота**

4D об'ємне відео: було активною областю досліджень, яка виникла для вирішення проблеми зростання попиту на реалістичний зміст діяльності людини. Нещодавно представили повний конвеєр для захоплення, реконструкції та відтворення високоякісного об'ємного відео. Система використовує приблизно 100 синхронізованих камер, які одночасно знімають об'єм з кількох точок зору. Об'ємне відео фіксує динамічну геометрію поверхні та фотореалістичний вигляд об'єкта. Це розкриває величезний творчий потенціал для створення дуже реалістичного анімаційного контенту на основі відзнятих виступів. Нещодавні дослідження пропонують механізми для полегшення маніпулювання цим вмістом, що дозволяє художнику виконувати ручні коригування 4D-динамічної геометрії та об'єднувати кілька послідовностей у мишн-графі. Однак використання об'ємного 4D-відео у виробництві контенту залишається обмеженим через складність маніпуляцій, анімації та рендерингу послідовностей форм, зберігаючи при цьому реалістичність зовнішнього вигляду та динаміку одягу.

**Вивчені представлення послідовності сітки:** Теджера та Хілтон (2013) запропонували техніку редагування послідовності просторово-часової сітки на основі частин, яка вивчає моделі деформації поверхні в лапласівських координатах. Цей підхід обмежує деформацію сітки правдоподібними формами поверхні, отриманими з набору прикладів. Часткове навчання деформації поверхні дозволяє локально маніпулювати сіткою та досягає більшої гнучкості анімації, дозволяючи генерувати нові створені сітки. Тан та ін. (2018) використовують варіаційний автокодер (VAE), щоб навчитися представленню параметризованих динамічних форм. Їхня мережа тренується на попередньо обробленому просторі ознак навчальних даних, демонструючи дуже низьку похибку реконструкції для наземних форм правдивості. Ломбарді та ін. (2018) запропонував навчену модель форми та зовнішнього вигляду, залежну від точки огляду, що дозволяє відновлювати деталі текстури, залежні від виду. Ця мережа демонструє здатність вивчати тривимірні динамічні форми з вершин, уникаючи необхідності попередньої обробки інформації. Це демонструє можливості VAE у реальному часі, здатні декодувати форму та зовнішній вигляд менш ніж за 5 мілісекунд. Нещодавно Regateiro et al. (2019) продемонстрували можливості вивчення 3D-динамічних форм для створення реалістичної анімації за допомогою VAE для вивчення геометричного простору людського персонажа та повторного використання декодера в режимі реального часу для синтезу 3D-геометрії.

**Навчене представлення зовнішнього вигляду:** Нещодавно Esser et al. (2019) представив підхід до цілісної навчальної основи для відтворення людської поведінки, навченої на основі даних захоплення рухів скелета для реалістичного контролю та відтворення. Вони вивчають відображення від абстрактного представлення пози до цільових зображень, обумовлених латентним представленням VAE для зовнішнього вигляду. Каррас та ін. (2017) пропонують нову методологію навчання для генеративних мереж, який

поступово збільшує як генератор, так і дискримінатор, починаючи з низької роздільної здатності зображення і закінчуючи початковою роздільною здатністю зображення. Вони демонструють, що модель все більше вивчає дрібні деталі в ході навчання, отже покращуючи швидкість і стабільність навчання та створюючи високоякісні зображення. Хоча фотореалізм є проблемою, яку важко вирішити, цей підхід є кроком до відтворення високоякісних зображень, які неможливо відрізнити від реальних зображень. Зовсім недавно Karras et al. (2018) перевизначають архітектуру генеративних мереж для передачі на основі стилів. Використовуючи підхід, подібний до Karras et al., 2017, вони продемонстрували високоякісні результати зображень, наприклад, можливість дізнатися точне розташування волосся, щетини, веснянок або пори шкіри. Це демонструє потенціал для синтезу зображень людей із високою роздільною здатністю, зберігаючи при цьому природні деталі, необхідні для сприйняття реалізму.

**4D об'ємна відеоанімація:** графіки руху для анімації персонажів із послідовностей захоплення руху скелета використовують представлення структурованого графіка для забезпечення інтерактивного керування. Графіки скелетних рухів будуються за допомогою покадрової метрики подібності, яка визначає подібні пози та рух. Концепція графіків руху була застосована до об'ємного відео з використанням як неструктурованих сіток, так і тимчасово узгоджених структурованих сіток. Початкові підходи об'єднують неструктуровані динамічні послідовності сітки без часової узгодженості зв'язності сітки на основі подібності форми та руху. Прада та ін. (2016) замість цього виконує вирівнювання сітки та текстури у визначених точках переходу, щоб забезпечити плавне змішування. Це долає складну проблему глобального вирівнювання сітки та розглядає лише вирівнювання геометрії та текстури, де це необхідно. На відміну від цього, Boukhauma і Boyer (2017) і Casas et al. (2014) використовували глобальне вирівнювання послідовності сітки для отримання узгодженого в часі з'єднання сітки з об'ємного відео. Це дозволяє створювати 4D графіки руху зі змішуванням сітки для високорівневого параметричного контролю руху та плавних переходів між рухами.

У цьому документі ми представляємо Deep4D, навчене генеративне представлення об'ємних відеопослідовностей, представлене в Розділі 3. Deep4D забезпечує компактне представлення, яке долає вимоги до пам'яті та обчислень попередніх підходів для явного представлення всіх захоплених послідовностей під час виконання через навчені параметри мережі. У Розділі 4 ми представляємо графіки руху Deep4D, пряме застосування запропонованої генеративної мережі для створення безперебійної анімації як динамічної форми, так і зовнішнього вигляду між вивченими захопленими послідовностями руху. Нарешті, у розділі 5 представлено кількісну та якісну оцінку запропонованого методу.

### 3 Представлення Deep4D

Робота є кроком вперед, щоб дозволити контролювати та синтезувати 4D-об'ємне відео, зберігаючи при цьому реалістичність динамічної форми та зовнішнього вигляду. У цьому розділі представлено використання генеративної мережі для ефективного представлення 4D-об'ємного відеовмісту з даних захоплення продуктивності. Спочатку представлено попередню обробку знятого об'ємного відео у форму, придатну для нейронних мереж. Описано генеративну мережу для вивчення 4D-форми із захоплених об'ємних послідовностей разом із використанням варіаційного кодера-декодера для забезпечення відображення компактного латентного просторового представлення від 3D-скелетної пози до відповідної 4D-динамічної форми. Нарешті, ми представляємо генеративну мережу для вигляду 4D-відео, яка вчиться синтезувати вигляд динамічної текстури високої роздільної здатності з представлення компактного прихованого простору, рис. 1. Застосування компактного латентного просторового представлення дозволяє інтерполювати між скелетними позами для створення правдоподібної проміжної форми та вигляду сітки. Ці розділи окремо описують внесок генераторної мережі, проілюстрований на малюнку 1. Генеративне представлення Deep4D дозволяє генерувати реалістичне відтворення людських персонажів із можливістю перенацілювання нової інформації про рух скелета.



### Об'ємна попередня обробка відео

У контексті цієї роботи 4D-об'ємне відео представляє 4D-сітку на основі захоплення відео кількох переглядів.

Сучасна об'ємна зйомка людей із вільним одягом і волоссям забезпечує реконструйовану форму та текстуру з високою роздільною здатністю. Необроблене об'ємне відео зазвичай призводить до неструктурованої послідовності сітки, де як форма сітки, так і зв'язок змінюються від кадру до кадру. Було введено декілька підходів для тимчасового вирівнювання за короткими підпослідовностями для стиснення вимог до зберігання або глобального вирівнювання за повними послідовностями.

У цій роботі ми використовуємо керовану скелетом структуру об'ємного вирівнювання поверхні для попередньої обробки знятих 4D-об'ємних відео людей, щоб отримати тимчасово когерентну сітчасту структуру в кількох послідовностях. Цей фреймворк отримує як вхідний сигнал синхронізоване відео з кількома переглядами від каліброваних камер і повертає 3D-скелетні суглоби та тимчасово узгоджені 3D-сітки з однаковим підключенням сітки в кожному кадрі. Зовнішній вигляд текстури отримується шляхом повторного відображення оригінальних зображень камери з кількома оглядами на узгоджену в часі 3D-сітку, що забезпечує динамічну карту текстури з узгодженими координатами для всіх захоплених кадрів. Вхідні дані для глибокої мережі, представлені в наступних розділах, складаються з центрованих 4D послідовностей сітки, узгоджених у часі, з відповідними 2D картами текстури та 3D розташуванням скелетних суглобів.

Цей розділ містить математичний опис і дослідження запропонованого способу кодування "гнучкою" розрядною сіткою і способів адаптації кодування як для серій із обмеженою, так й із необмеженою довжиною; теоретичну оцінку ефективності і порівняльний аналіз способів адаптації та способу кодування: існуючої – фіксованої та розробленої – "гнучкою" розрядними сітками.

У залежності від виду серії застосовується відповідне кодування. Для серій із обмеженою довжиною використовується тільки кодування фіксованою розрядною сіткою. Для кодування серій із необмеженою довжиною застосовуються як фіксована, так і "гнучка" розрядні сітки.

Таким чином, характеристики відеоданих, представлених у цифровому вигляді, змінюються у залежності від обраного виду довжини серії і методики кодування.

Щоб вибрати найбільш ефективний варіант поєднання виду довжини серії і засобу кодування, проводиться теоретична оцінка змін характеристик відеоданих.

Оцінка і порівняння проводилися за такими характеристиками відеоданих як:

- об'єм;
- коефіцієнти стиснення;
- ефективності кодування.

Зазначені характеристики для кодування фіксованою розрядною сіткою розраховувалися за такими аналітичними виразами:

$$W_S^{\infty} = N \cdot p \cdot G_S;$$

$$K_S^{\infty} = \frac{G_{\Pi}}{p \cdot G_S};$$

$$\Xi_S^{\infty} = \frac{H_L^{\infty}(S)}{G_L^{\infty}};$$

$$W_S^C = \frac{N \cdot p}{1 - q} \cdot G_S;$$



$$K_S^C = \frac{(1 - q^C) \cdot G_{\Pi}}{p \cdot G_S};$$

$$\Theta_S^C = \frac{(1 - q^{C-1}) \cdot H_L^{\infty}(S)}{G_L^C},$$

де:

$W_S^{\infty}$ ,  $K_S^{\infty}$ ,  $\Theta_S^{\infty}$  – об'єм, коефіцієнти стиснення й ефективності кодування для відеоданих поданих серіями із необмеженою довжиною;

$W_S^C$ ,  $K_S^C$ ,  $\Theta_S^C$  – об'єм, коефіцієнти стиснення й ефективності кодування для відеоданих поданих серіями із обмеженою довжиною;

$G_S$  – розрядність кодового слова, необхідна для запису параметрів серії;

$G_{\Pi}$  – розрядність кодового слова, яка відводиться на кодування параметру візуалізації;

$G_L^C$  – розрядність кодового слова, яка відводиться на кодування серії із обмеженою довжиною;

$H_L^{\infty}(S)$  – ентропія довжини серії із необмеженою довжиною.

При кодуванні "гнучкою" розрядною сіткою  $W_S^D$ ,  $K_S^D$ ,  $\Theta_S^D$  – об'єм, коефіцієнти стиснення й ефективності кодування дорівнюють:

$$W_S^D = N_S \cdot \left[ (1 - q^{D_1}) \cdot G_{S_1}^D + \sum_{r=2}^{N_D} N \cdot p \cdot (q^{D_{r-1}} - q^{D_r}) \cdot G_{S_r}^D \right];$$

$$K_S^D = \frac{G_{\Pi}}{p \cdot \left[ (1 - q^{D_1}) \cdot G_{S_1}^D + \sum_{r=2}^{N_D} (q^{D_{r-1}} - q^{D_r}) \cdot G_{S_r}^D \right]};$$

$$\Theta_S^D = \frac{H^{\infty}(S)}{(1 - q^{D_1}) \cdot G_{S_1}^D + \sum_{r=2}^{N_D} (q^{D_{r-1}} - q^{D_r}) \cdot G_{S_r}^D},$$

де:

$N_S$  – кількість серій;

$D_1, D_r, D_{r-1}$  – інтервали кодових груп за довжиною серій;

$G_{S_1}^D, G_{S_r}^D$  – розрядність кодового слова, що необхідна для запису параметрів серії, які потрапляють у відповідну кодову групу;

$H^{\infty}(S)$  – ентропія серії із необмеженою довжиною.

Чисельні розрахунки характеристик відеоданих показали, що необхідно розробити способи адаптації кодування під тип зображення.

При кодуванні серій із обмеженою довжиною максимальні значення коефіцієнта ефективного кодування отримані для способу, що використовує ентропію довжини серії із необмеженою довжиною.

При кодуванні "гнучкою" розрядною сіткою найкращі показники коефіцієнта ефективного кодування мають два способи, які використовують ентропію серії із

необмеженою довжиною та розрядність кодового слова, необхідну для кодування математичного чекання довжини необмеженої серії.

Для порівняння використовуються два варіанти сполучення довжин у послідовності серій: найкращий і найгірший.

Передбачається, що все сімейство залежностей характеристик відеоданих знаходиться в області, обмеженої залежностями, отриманими для найкращого і найгіршого варіантів.

Дослідження залежностей об'ємів і коефіцієнтів стиснення відеоданих показує, що мінімальний об'єм і найбільший коефіцієнт стиснення відеоданих буде для найкращого варіанту при кодуванні серій із необмеженими довжинами фіксованою розрядною сіткою.

Цей факт дозволив спростити дослідження характеристик відеоданих тільки для найгіршого варіанту сполучення довжин у послідовності серій.

Аналіз отриманих результатів показав, що для представлення зображень варто використовувати серії із необмеженою довжиною, які кодуються фіксованою або "гнучкою" розрядною сіткою в залежності від сполучення довжин у послідовності серій.

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. На ній показано структуру системи передачі відеоданих з урахуванням запропонованого у роботі відеокодека на основі компактного представлення відеоданих.

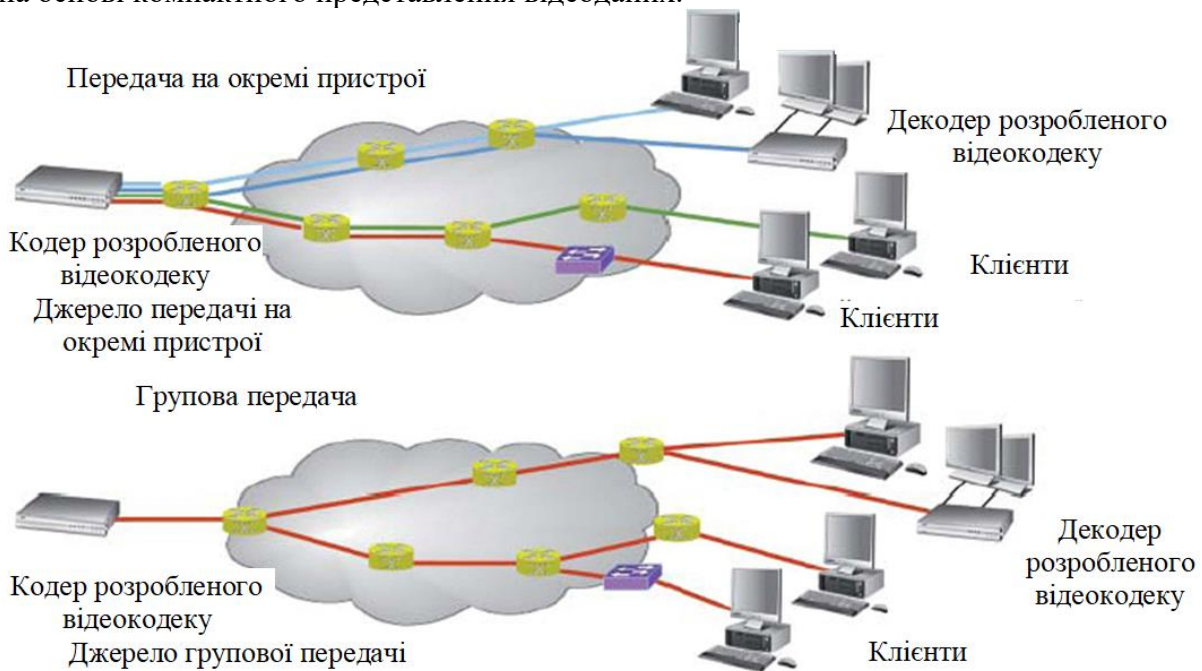


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет; Досліджена система компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі Інтернет. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для

функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
2. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
4. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
12. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
13. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
16. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
19. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
20. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New Technique for Hiding Data in Cover Images Using Adaptively Generated Pseudorandom Sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2732, 2020, Pages 214-227.
21. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.

УДК 004

Д.Яценко, магістр гр. КН-22М-1,  
Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ GPS НАВІГАТОРА НА ОСНОВІ ЧИПУ СЕРІЇ SIRF ATLAS V

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V. Об'єктом дослідження є процес GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V. Предметом дослідження є методи GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V. Методи дослідження базуються на методах теорії геопозиціонування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Деякі GPS-приймачі настільки точні, що можуть визначити своє місцезнаходження з точністю до 1 сантиметра. Приймачі GPS забезпечують визначення місцезнаходження за широтою, довготою та висотою. Вони також дають точний час. GPS включає 24 супутники, які обертаються навколо Землі на точних орбітах. Кожен супутник робить повний оберт навколо Землі кожні 12 годин. Ці супутники постійно посилають радіосигнали. Приймачі GPS запрограмовані на отримання інформації про те, де кожен супутник знаходиться в будь-який момент. GPS-приймач визначає своє власне місцезнаходження, вимірюючи час, потрібний для надходження сигналу до його місцезнаходження принаймні з чотирьох супутників. Оскільки радіохвилі поширюються з постійною швидкістю, приймач може використовувати вимірювання часу для розрахунку відстані від кожного супутника. Використання кількох супутників робить дані GPS більш точними. Якщо приймач GPS обчислює свою відстань лише від одного супутника, це може бути точна відстань від супутника в будь-якому напрямку. Думайте про супутник як про ліхтарик. Коли ви посвітите ним на землю, ви отримаєте коло світла. З одним супутником GPS-приймач може бути де завгодно в цьому колі світла. З двома супутниками більше, є ще два кола. Ці три кола перетинаються, або перетинаються, лише в одному місці. Це місцезнаходження GPS-приймача. Такий спосіб визначення місця розташування називається трилатерацією. Літаки, кораблі, підводні човни, потяги та космічні човники використовують GPS для навігації. Багато людей користуються магнітолами під час водіння автомобіля. GPS-приймач наносить на електронну карту місце розташування автомобіля, яке постійно змінюється. Карта показує напрямки до місця призначення людини. І місцезнаходження, і транспортний засіб наносяться за допомогою супутникових даних. Деякі туристи використовують GPS, щоб допомогти їм знайти дорогу, особливо коли вони не на маркованих стежках. Іноді виникають перешкоди для отримання чіткого сигналу GPS. Гравітація може трохи вивести супутники GPS з орбіти. Частини земної атмосфери іноді спотворюють супутникові радіосигнали. Деревя, будівлі та інші споруди також можуть блокувати радіохвилі. GPS контроль і станції моніторингу по всьому світу відстежують супутники та постійно контролюють їхні сигнали. Потім вони обчислюють поправки, які транслуються на приймачі GPS. Ці поправки роблять GPS набагато точнішим.



**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи GPS навігатора на основі чипу серії SIRF ATLAS V.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V.
- Дослідження системи GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V.
- Програмна реалізація системи GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V.

*Об'єктом дослідження* є процес GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V.

*Предметом дослідження* є методи GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії геопозиціонування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Перш, ніж ми почнемо розглядати різні режими роботи навігаторів, необхідно визначитися з термінологією. У перекладах описів до навігаторів зустрічається різна термінологія, але ми будемо дотримуватися загальновідомої.

Шляхова точка (Waypoint) – точка зі своїм номером або назвою, занесена вами до пам'яті навігатора й зберігається там до того, поки ви її примусово не зітрете. Звичайно в пам'яті сучасного навігатора можна зберігати 250 – 500 шляхових точок.

Шляхову точку можна запам'ятати, безпосередньо перебуваючи на конкретному місці. Наприклад, можна відзначити місце залишеної машини, намет, знайдені у водоймі за допомогою ехолота яму, банку, звалення й т.д.

Шляхову точку можна екстраполювати, тобто нанести на карту й відзначити, як таку, що представляє для нас який-небудь інтерес. Цей випадок добре використовувати для визначення відстаней і напрямків до тих точок, у яких ми ще не були, але куди прагнемо потрапити. Даний режим повною мірою можна використовувати тільки в тих навігаторах, у яких є можливість завантаження карт місцевості (тут не розглядається випадок, коли у вас є звичайна «паперова» карта з топографічною сіткою). Приклад роботи в цьому режимі розглянемо в наступній статті. Там же, для користувачів найпростіших навігаторів, покажемо, як «прив'язати» точку, задану навігатором, до звичайної карти.

Ну й, нарешті, шляхову точку можна поставити, просто вводячи її географічні координати, тобто широту й довготу. Цей режим найбільше часто використовується у всіляких змаганнях типу спортивного орієнтування, які проводяться з використанням супутникового навігатора.

Рух до обраної шляхової точки – це основний режим використання навігатора. Будь-який, навіть найпростіший і дешевий навігатор, здатний надати вам можливість працювати в цьому режимі.

Шлях (Track) – траєкторія вашого руху, що теж складається із точок, але нумерованих і запам'ятовуваних навігатором автоматично в той час, коли він включений, і коли сила сигналів від супутників достатня для визначення місця розташування. У більшості простих моделях ці точки відносяться навігатором через постійний проміжок часу (звичайно через 1 секунду). Краще зроблені моделі дозволяють програмувати режим установки точок шляхи через обраний вами проміжок часу або яку-небудь пройдену відстань (допустимо, через кожні 10 метрів).

Взагалі, режим установки точок шляхи через обрану відстань більше зручний з точки зору економії пам'яті приладу. Справа в тому, що під точку шляху приділяється цілком певне місце в пам'яті приладу. У простих моделях – це 1500-2000 точок, у більшості сучасних – 10000 і більше. У міру заповнення пам'яті, відведеної підточування шляху, координати нових точок записуються на місце старих, і інформація про більше ранні точки безповоротно губиться.



При включенні режиму Інверсія шляху (Track Back) можна дуже точно пройти свій шлях у зворотному напрямку. Цей режим іноді буває дуже корисний, наприклад, коли потрібно пройти в темряві по фарватеру.

Маршрут (Route) – серія зв'язаних між собою шляхових точок. Цей режим руху використовується для переміщення від точки до точки. Основних способів використання цього режиму руху – два. Перший, це пересування по дорогах від перехрестя до перехрестя. Другий, перетворення режиму Шлях у режим Маршрут. Справа в тому, що зберігати траєкторію вашого пересування в режимі Шлях не вигідно з погляду економії пам'яті навігатора. Тому дуже часто буває розумно перетворити Шлях у Маршрут, розставивши в характерних місцях шляхові точки вже після закінчення руху, і внести його до пам'яті під своїм ім'ям.

Так як навігатор призначений для роботи в різних режимах, вивід інформації на дисплей організований у вигляді так званих екранів або Сторінок (Page).

Основних сторінок (Main Page Basics) у навігаторі Vista усього шість: Супутники, Карта, Навігація, Висотомір, Шляховий комп'ютер і Головне меню. Звичайно у всіх моделей навігаторів є кнопка Page для перемикання між основними сторінками. Вибравши одну з Основних сторінок, можна викликати сторінки нижніх рівнів, призначені для відображення інформації в іншому виді або для налаштування основної сторінки. Завдяки такій простій і логічній організації подання даних, розібратися в роботі будь-якої моделі навігатора можна легко й швидко.

#### **Сторінка «СУПУТНИКИ» («SATELLITE»)**

Відсутня тільки в самих примітивних навігаторів, призначених для дітей і домогосподарок. Дуже важлива сторінка.

Дозволяє в умовах затінення (якщо ви перебуваєте в місті, у горах або в густому лісі) правильно зорієнтуватися й вибрати потрібну позицію для поліпшення прийому. Показує розташування супутників на небі в цей момент, силу сигналу від кожного, що течуть координати й точність їхнього визначення.

Ще раз нагадаємо, що для визначення координат приймач повинен одержати стійкий сигнал мінімум від трьох супутників.

#### **Сторінка «КАРТА» («MAP»)**

У тому або іншому виді присутня у будь-якому навігаторі. На ній відображаються ваші Шляхові точки, Шляхи й Маршрути. Масштаб карти може мінятися від сотень км/см до одиниць м/см. Для зміни масштабу існують спеціальні кнопки. У навігаторах, що мають можливість завантаження електронних карт, на сторінці Карта відображаються електронні карти місцевості. На жаль, на електронних картах не всі ділянки місцевості однаково пророблені у всіх масштабах. Дуже часто зустрічаються «провали». Доцільно ретельно тестувати електронні карти у місцях, що вас цікавлять.

#### **Сторінка «НАВІГАЦІЯ» («NAVIGATION»)**

Основна сторінка при використанні приладу. Навігатори бувають дорогі і дешеві, прості і складні, але такий екран є в кожному. Як уже говорилося, головний і найбільше часто використовуваний режим навігації – це рух до наміченої точки. Даний режим наочніше всього реалізується на цій сторінці.

#### **Сторінка «ВИСОТОМІР» («ALTIMETER»)**

Висоту, щоправда, дуже приблизно, визначає будь-який навігатор, що «бачить» не менш 4-х супутників. Висота обчислюється відповідно до тієї моделі Землі, що обрана в початкових установках навігатора. Для точного виміру висоти служить Альтиметр (Барометричний висотомір).

Ця функція є не у всіх навігаторів, тільки в дорогих моделях. Принцип роботи – у визначенні атмосферного тиску й перерахування його у висоту над рівнем моря або над рівнем поверхні землі. Зрозуміло, що Висотомір має потребу в калібруванні перед кожним його використанням. Якщо атмосферний тиск міняється по яких-небудь погодних причинах, відповідно до зміни тиску будуть змінюватися й показання Висотоміра. Так як Висотомір по

своїй суті є барометром, то з його допомогою корисно стежити за зміною атмосферного тиску для прогнозування зміни погоди.

### **Сторінка «ШЛЯХОВИЙ КОМП'ЮТЕР» («TRIP COMPUTER»)**

Дуже цікава й корисна навігаційна функція. У найпростіших приладах як окрема сторінка відсутня, але основні елементи є на сторінці Навігації.

Шляховий комп'ютер визначає безліч параметрів вашого руху й видає їх на екран у зручному для вас виді. Цих параметрів може бути дуже багато, і кожний може для себе вибрати ті, які йому потрібні в цей момент. Перелічу деякі з них:

- Пройдена відстань.
- Час у русі.
- Час стоянок.
- Передбачуваний час прибуття в намічену точку.
- Поточна швидкість.
- Середня швидкість.
- Середня швидкість переміщення по всьому маршруті з урахуванням стоянок.
- Максимальна швидкість.
- Відстань до поточної точки.
- Відстань до кінця маршруту.
- Курс.
- Відхилення від курсу.
- Інші.

### **Сторінка «ГОЛОВНЕ МЕНЮ» («MAIN MENU»)**

Як і сторінка Навігація, є в кожному GPS-приймачі. Із цієї сторінки можна викликати будь-яку функцію навігатора, там же зосереджені основні налаштування.

Підміню розділів Головного меню позначені піктограмами, які у всіх навігаторах виглядають приблизно однаково.

Відзначити (Mark) – дозволяє відзначити ваше місце розташування у вигляді шляхової точки. Кожній шляховій точці автоматично привласнюється тризначний номер. Ви можете відредагувати назву, замінивши номер ім'ям і призначивши точці який-небудь значок у вигляді піктограм (будинку, табору, готелю й т.д.).

Пошук (Find). Як уже було сказано, у пам'яті навігатора можна зберігати кілька сотень шляхових точок і цей режим допомагає швидко орієнтуватися у всьому їхньому великому списку.

Маршрути (Routes). У цьому режимі ви можете створювати й редагувати потрібні вам маршрути з наявних у пам'яті вашого приймача шляхових точок.

Шляхи (Tracks). Тут ви зберігаєте шляхи ваших переміщень, активізуєте режим руху уздовж обраного шляху, здійснюєте необхідні налаштування.

Налаштування (Setup). Всі загальні установки приладу перебувають у цьому підменю. Ви задаєте одиниці виміру навігаційних параметрів (відстань, швидкість, кути й т.д.), формат подання географічних координат, установлюється формат часу, налаштовуєте екран дисплея, робите всі системні установки.

Додатки (Accessories). Тут можуть бути зібрані додаткові функції приладу, безпосередньо не пов'язані з навігацією. Наприклад, у навігатора Garmin Etrex Vista – це дані про розташування й рух Сонця й Місяця (при активізації нагадує мініатюрний планетарій – дуже цікаво). До додаткових функцій також відносяться щоденник-календар, калькулятор, інформатор про найбільш сприятливий час для полювання й риболовлі в місці вашого розташування (дуже сумнівна, по-моєму, функція). Іноді в Додатки включають які-небудь іграшки й ще щось, що не має істотного значення.

Деякі навігатори (звичайно більше дорогі моделі, оснащені барометричним висотоміром) забезпечуються убудованим електронним компасом. Для чого він потрібний? Справа в тому, що якщо ви не рухаєтесь, то навігатор може визначити тільки ваше місце розташування, але не напрямок на яку-небудь точку. Для визначення напрямку ви повинні

переміщатися, і чим вище швидкість вашого переміщення, тим точніше прилад визначає обраний напрямок. Електронний компас – корисна функція, але разом з барометром, вони значно підвищують загальну вартість приладу.

Необхідно сказати й про сучасну моду застосування в навігаторах кольорових дисплеїв. Так, кольоровий дисплей дуже гарний і інформативний, але він чи ледве не в півтора рази зменшує час роботи приладу від комплекту батарей.

Із приводу живлення. В основному, навігатори живляться від двох батарейок розміру АА. Більш раннім моделям потрібно 4 такі батарейки. Існують малогабаритні моделі, що живляться від двох батарейок ААА. Ну й, нарешті, є навігатори з убудованими літєвими акумуляторами. Якщо ви робите нетривалі подорожі й щодня вертаєтеся на базу, де є джерело електроенергії, то варіант із убудованим акумулятором вам може дуже підійти. Для тих, хто відривається від цивілізації на кілька днів, необхідний навігатор з батарейками. У подорож звичайно беруть ще ліхтарики, радіостанції, фотоапарати й іншу техніку, і якщо всі вони працюють на батарейках одного типу (це в ідеалі), те в критичний момент знайдеться, чим захарчувати навігатор. До багатьох навігаторам продаються адаптери для живлення від автомобільного прикурювача.

Практично всі сучасні навігатори мають інтерфейсний роз'єм для зв'язку з комп'ютером. У комп'ютері ви можете зберігати свої шляхові точки й маршрути, завантажувати їх у навігатор у міру потреби, можете завантажувати з Інтернету електронні карти місцевості (якщо така можливість є у вашого навігатора).

Чутливість прийомної частини навігаторів можна підвищити, підключивши зовнішню антену. Зовнішня антена корисна при використанні навігатора в автомобілі або на катері. Жаль тільки, що роз'єм для зовнішньої антени є тільки в самих «навернених» і найдорожчих моделях.

На закінчення додам, що навігатори мають 7-й клас вологозахисності, а це означає, що їх можна короткочасно роняти в неглибокі калюжі. Деякі з них при цьому ще й мають позитивну плавучість, тобто не тонуть.

### **Розробка структурної схеми**

На рисунку 1 представлена структурна схема роботи системи. Приймачі GPS працюють, визначаючи місцезнаходження чотирьох або більше цих супутників, визначаючи відстань до кожного з них і використовуючи цю інформацію для визначення свого власного місцезнаходження.

Ця операція базується на простому математичному принципі, який називається трилатерація. Трилатерація в тривимірному просторі може бути трохи складною, тому ми почнемо з пояснення простої двовимірної трилатерації.

### **2D трилатерація**

Уявіть, що ви перебуваєте десь у Україні і повністю, повністю заблукали; з будь-якої причини ви абсолютно не знаєте, де ви знаходитесь. Ви знаходите доброзичливого місцевого жителя і запитуєте: "Де я?" Він каже: «Ви в 325 кілометрах від Києва».

Це приємний, важкий факт, але сам по собі він не особливо корисний. Ви можете бути де завгодно на колі навколо Києва, радіус якого становить 325 кілометрів, наприклад:

Ви запитуєте когось іншого, де ви знаходитесь, і вона відповідає: "Ви знаходитесь у 290 кілометрах від Дніпра". Тепер ви досягаєте чогось.

Якщо поєднати цю інформацію з інформацією Києва, ви отримаєте два кола, які перетинаються. Тепер ви знаєте, що ви повинні бути в одній із цих двох точок перетину, якщо ви перебуваєте в 325 кілометрах від Києва та в 290 кілометрах від Дніпра:

Якщо третя особа скаже вам, що ви перебуваєте в 715 кілометрах від Львову, ви можете усунути одну з можливостей, оскільки третє коло перетинатиметься лише з однією з цих точок. Тепер ви точно знаєте, де знаходитесь: Кропивницький.

Цей процес називається двовимірною трилатерацією, оскільки всі точки перетину розташовані на двовимірній площині. Коли ми починаємо залучати висоту/висоту – привіт, третій вимір – у гру вступає тривимірна трилатерація.

### **Тривимірна трилатерація**

По суті, тривимірна трилатерація мало чим відрізняється від двовимірної трилатерації, але її трохи складніше візуалізувати. Уявіть, що радіуси з попередніх прикладів розходяться в усіх напрямках. Тож замість серії кіл ви отримаєте серію сфер. Якщо ви знаєте, що перебуваєте в 10 кілометрах від супутника А в небі, ви можете бути де завгодно на поверхні величезної уявної сфери з радіусом 10 кілометрів. Якщо ви також знаєте, що перебуваєте в 15 кілометрах від супутника В, ви можете перекрити першу сферу іншою, більшою сферою.

Сфери перетинаються по ідеальному колу. Якщо ви знаєте відстань до третього супутника, ви отримаєте третю сферу, яка перетинається з цим колом у двох точках.

Сама Земля може діяти як четвертий «супутник» або сфера; тільки одна з двох можливих точок буде фактично на поверхні планети, тому ви можете усунути одну в космосі. Однак приймачі зазвичай орієнтуються на чотири або більше супутників, щоб підвищити точність і надати точну інформацію про висоту.

### **Як пристрої GPS обчислюють ваше місцезнаходження**

Щоб правильно функціонувати, пристрій GPS повинен знати дві речі:

1. Розташування щонайменше трьох супутників над вами
2. Відстань між вами та кожним із цих супутників

Приймачі GPS визначають обидві ці речі, аналізуючи високочастотні малопотужні радіосигнали від супутників, що обертаються навколо Землі. Кращі пристрої мають кілька приймачів, тому вони можуть приймати сигнали з кількох супутників одночасно.

Радіохвилі – це електромагнітна енергія, тобто вони поширюються зі швидкістю світла (приблизно 186 000 кілометрів на секунду, або 300 000 км на секунду у вакуумі). Приймач може визначити, яку відстань подолав сигнал GPS, вимірявши час, який знадобився для отримання сигналу.

### **Математика GPS: використання часу для розрахунку відстані**

На цьому етапі ви можете впевнено сказати комусь, на кого хочете справити враження, що GPS працює через трилатерацію. Але ви повинні бути готові до наступного запитання: як пристрій GPS дізнається відстань до цих супутників GPS? Як виявилось, це питання часу. У певний момент (скажімо опівночі) супутник починає передавати довгий цифровий шаблон, який називається псевдовипадковим кодом. Приймач починає запускати той самий цифровий шаблон також рівно опівночі. Коли сигнал супутника досягає приймача, його передача шаблону буде трохи відставати від відтворення шаблону приймачем.

Тривалість затримки дорівнює часу проходження сигналу. Приймач множить цей час на швидкість світла, щоб визначити, як далеко поширився сигнал. Якщо припустити, що сигнал поширюється по прямій лінії, це відстань від приймача до супутника.

### **Підтримання синхронності**

Одне головне застереження полягає в тому, що вимірювання працює, лише якщо і пристрій GPS, і супутник мають годинники, які можна синхронізувати з точністю до наносекунд. Такий рівень точності можливий лише за допомогою атомних годинників, але вони коштують від 50 000 до 100 000 доларів за штуку. Супутники GPS уже оплачуються нашими податками, а як щодо приймачів GPS? Навіть Apple було б важко продавати iPhone за такою ціною. Глобальна система позиціонування має розумне та ефективне рішення цієї проблеми: кожен супутник містить дорогий атомний годинник, але сам приймач використовує звичайний кварцовий годинник, який постійно скидає. У двох словах, приймач переглядає вхідні сигнали від чотирьох або більше супутників і оцінює власну неточність. Постійно скидаючи та повторно звіряючи свій час із сигналами GPS, що надходять із супутників, недорогий смартфон отримує точність атомного годинника «безкоштовно».

### **Диференціальний GPS**

GPS працює досить добре, але трапляються неточності. По-перше, цей метод передбачає, що радіосигнали будуть проходити через атмосферу з постійною швидкістю (швидкістю світла). Але супутникові сигнали постійно стикаються з перешкодами. Земна



атмосфера сповільнює сигнали, і великі об'єкти, як-от хмарочоси, також можуть впливати на їхній шлях. Диференціальний GPS (DGPS) допомагає виправити ці помилки. Основна ідея полягає в тому, щоб виміряти неточність GPS на стаціонарній приймальній станції з відомим розташуванням. Оскільки апаратне забезпечення DGPS на станції вже знає своє власне положення, воно може легко обчислити похибку свого приймача.

Потім станція транслює радіосигнал на всі приймачі, обладнані DGPS у цьому районі, надаючи інформацію про корекцію сигналу для цього району. Загалом доступ до цієї коригуючої інформації робить приймачі DGPS набагато точнішими, ніж звичайні приймачі.

#### Система глобального позиціонування (Global Positioning System)

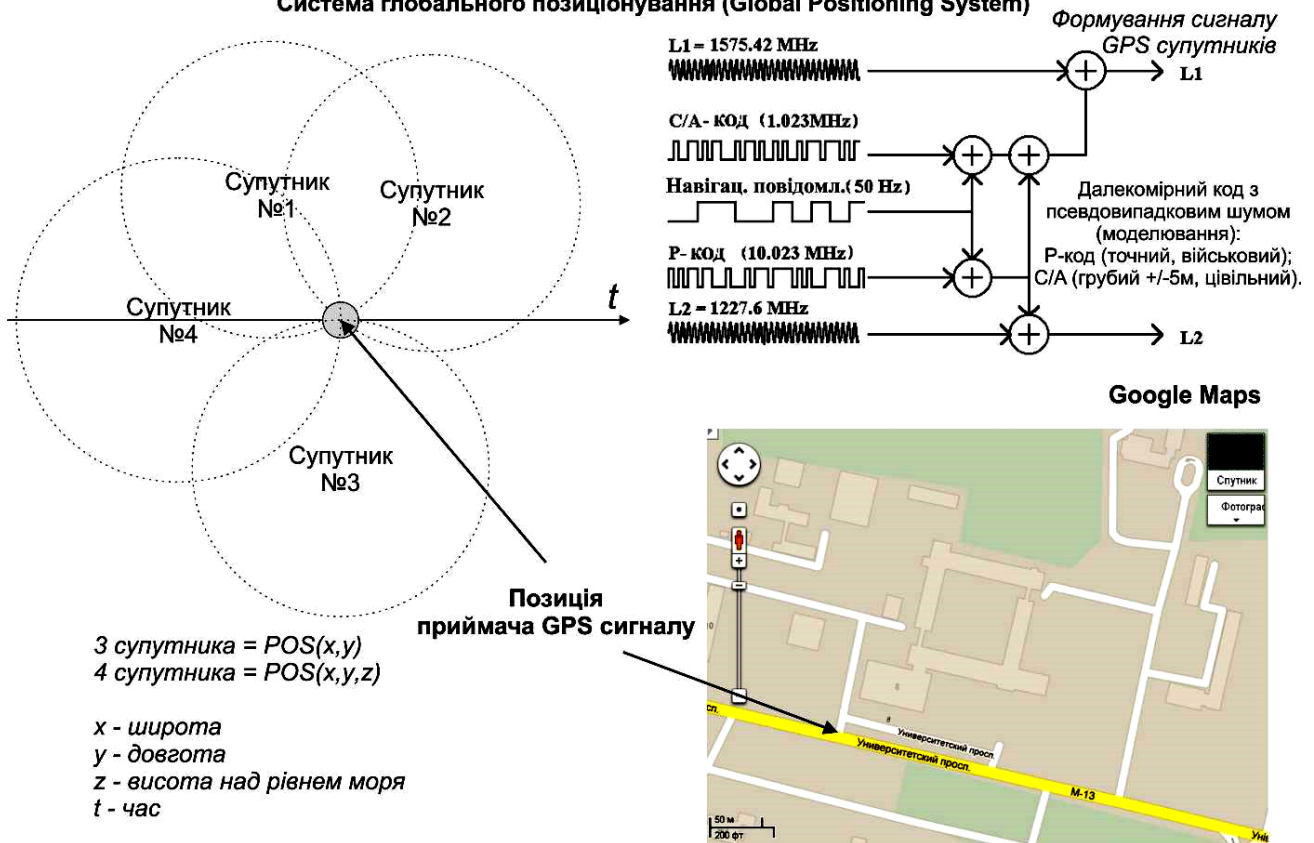


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V; Досліджена система GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання GPS навігатора на основі чипу серії SiRF Atlas V. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

#### Список літератури

- Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
- Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume



- 3312, 2022, pp. 47-58.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
  4. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
  5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
  6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
  7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
  8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
  9. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*. Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
  10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
  11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
  14. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  15. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
  16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
  17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
  19. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. №3(23), С. 111-131.
  20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
  21. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». *Сучасні інформаційні системи*, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

УДК 004

Р.Бабасєв, магістр гр. КН-22М-1,

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ХМАРНОЇ СИСТЕМИ СТИСКАННЯ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ФОРМАТІВ ЗОБРАЖЕНЬ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для хмарної системи стискання та перетворення форматів зображень. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація хмарної системи стискання та перетворення форматів зображень. Об'єктом дослідження є процес стискання та перетворення форматів зображень. Предметом дослідження є методи стискання та перетворення форматів зображень. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація хмарної системи стискання та перетворення форматів зображень. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Цифрові зображення складаються з пікселів, і кожен піксель представляє колір в одній точці зображення. Вимірюючи колір зображення у великій кількості точок, ми можемо створити цифрове наближення зображення. Пікселі впорядковуються за регулярним шаблоном рядків і стовпців у масивах. Цифрове зображення — це цифрове представлення двовимірного зображення. Мета стиснення полягає в тому, щоб зменшити надлишковість даних зображення, щоб забезпечити можливість зберігання або передачі даних з мінімальним простором або пропускну здатністю, наскільки це можливо, зберігаючи при цьому роздільну здатність і візуальну якість реконструйованого зображення якомога ближче до вихідного зображення. Основним підходом до стиснення даних є зменшення кількості даних зображення (біт) при збереженні інформації. Стиснення даних зображення є важливим компонентом дизайну цифрової камери та цифрової фотографії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи стискання та перетворення форматів зображень.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація хмарної системи стискання та перетворення форматів зображень.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем стискання та перетворення форматів зображень.
- Дослідження хмарної системи стискання та перетворення форматів зображень.
- Програмна реалізація хмарної системи стискання та перетворення форматів зображень.

*Об'єктом дослідження* є процес стискання та перетворення форматів зображень.

*Предметом дослідження* є методи стискання та перетворення форматів зображень.

*Методи дослідження* базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** На першому етапі програма відображення перетворює вхідне зображення у формат, призначений для зменшення надмірності між пікселями. Другий етап, блок квантувача, знижує точність виведення картографу відповідно до

попередньо визначеного критерію. На третій і останній стадії декодер символів створює код для виводу квантователя і відображає вихідний сигнал відповідно до коду. Ці блоки виконують, у зворотному порядку, операції, зворотні кодеру символів кодера та блоку відображення.

Необхідність стиснення зображення стає очевидною, коли обчислюється кількість бітів на зображення, що виходить із типових частот дискретизації. Наприклад, розглянемо обсяг пам'яті та пропускну здатність, необхідну для зображень, як показано на малюнку 2. Відеозображення з низькою роздільною здатністю  $512 \times 512 \times 8$  біт/піксель  $\times 3$  кольори потребує  $6 \times 10^6$  біт і через телефонні лінії з модемом 9600 бод (біт/с), передача одного зображення триватиме приблизно 11 хвилин.

Чому ми можемо стискати:

– Просторова надмірність. Сусідні пікселі не є незалежними, а корельованими. Таким чином, можна видалити непотрібні дані, що повторюються в межах одного кадру.

– Тимчасова надлишковість Зменшення кількості бітів, необхідних для представлення певного зображення або інформації про нього.

– Спектральна надлишковість Це пов'язано з кореляцією між різними кольоровими площинами.

Переваги стискування:

1. Менший розмір файлу, який забезпечує стиснення, може займати набагато менше місця на жорсткому диску, веб-сайті чи цифровій камері. Це також дозволить записувати більше зображень на інші носії, такі як носії із фотографіями. Стиснуті зображення також потребують менше часу для завантаження, ніж їх більш громіздкі оригінали, що дає змогу переглядати більше зображень за короткий період часу.

2. В Інтернеті стиснуті зображення не лише скорочують час завантаження та завантаження веб-сторінки. Вони також займають менше місця на сервері з точки зору простору та пропускну здатності. тому загальний час виконання можна покращити.

3. Це також зменшує ймовірність помилок передачі, оскільки передається менше бітів.

4. Це також забезпечує певний рівень безпеки від незаконного моніторингу.

Розглянемо всі основні формати графічних файлів, від растрових веб-зображень до векторів і файлів програмного забезпечення для редагування зображень.

Ми докладно вивчаємо переваги та недоліки, підтримку браузера й ОС, а також ідеальні випадки використання кожного формату.

- JPEG (та JPG) – Joint Photographic Experts Group.
- PNG – переносна мережева графіка.
- GIF – формат обміну графіками.
- WebP.
- TIFF.
- BMP – Bitmap.
- HEIF – вискоефективний формат файлу зображень.
- SVG – масштабована векторна графіка.
- EPS – інкапсульований постскриптум.
- PDF – портативний формат документа.
- PSD – документ Photoshop.
- AI – Ілюстрація Adobe Illustrator.
- XCF – Експериментальний обчислювальний центр.
- INDD – документ Adobe InDesign.
- Типи файлів необроблених зображень

### 1. JPEG (і JPG) – Joint Photographic Experts Group

Більшість платформ соціальних мереж (наприклад, Facebook та Instagram) автоматично перетворюють завантажені файли зображень у формат JPEG. Вони також використовують унікальні розміри зображень у соціальних мережах, щоб контролювати роздільну здатність ваших фотографій.

### **Підтримка браузерів і ОС**

- Підтримується з версії 1.0 усіма основними браузерами (Chrome, Firefox, Safari тощо)
- Підтримується за замовчуванням усіма засобами перегляду зображень і редакторами всіх основних операційних систем.

### **Випадки використання**

- Хороший вибір для зображень блогів і статей, як-от знімків голови співбесідників, зображень продуктів тощо.
- Не **використовуйте** JPEG для інфографіки з великою кількістю дрібного тексту або скріншотів підручників, де текст є ключовим.

## **2. PNG – портативна мережева графіка**

### **Підтримка браузерів і ОС**

- Підтримується всіма основними браузерами (Chrome, Edge, Firefox, Internet Explorer, Opera, Safari).
- Підтримується всіма основними операційними системами та їхніми стандартними редакторами зображень.

### **Випадки використання**

- Хороший вибір для інфографіки, банерів, графіки блогів, скріншотів, купонів та інших візуальних матеріалів, які містять текст.
- Не **використовуйте** для фотографій з високою роздільною здатністю, оскільки це призведе до створення великих файлів розміром до кількох мегабайт.

## **3. GIF – формат обміну графікою**

### **Підтримка браузерів і ОС**

- Підтримується всіма основними браузерами (Chrome, Edge, Firefox, Internet Explorer, Opera, Safari).
- Підтримується всіма основними операційними системами та їхніми стандартними редакторами зображень.

### **Випадки використання**

- Використовуйте анімовані GIF-файли не лише для того, щоб «оживити вміст», але й продемонструвати, як виконувати завдання в посібниках і посібниках.
- Не **використовуйте** його, якщо вам потрібні більш ніж 8-бітні **кольорові** зображення (JPEG підтримує до 24-біт).

## **4. WebP**

WebP – це формат зображень, розроблений спеціально для забезпечення кращого стиснення зображень без втрат і без втрат.

Перехід із JPEG і PNG на WebP може допомогти заощадити дисковий простір на сервері та значну пропускну здатність, завдяки зменшенню на 35% файлів зображень для однакової якості.

### **Переваги та недоліки**

- Менші файли для такої ж або кращої якості зображення.
- Підтримується не всіма браузерами та редакторами зображень.

### **Підтримка браузерів і ОС**

- Google Chrome (версія 17+ для комп'ютера, 25+ для мобільних пристроїв), Firefox (65+), Edge (18+) і Opera (11.0+) підтримують WebP. Запланована версія Safari 14 підтримуватиме WebP.
- Формат досі не підтримується більшістю рідних редакторів зображень ОС, але професійні варіанти, такі як Photoshop, підтримують WebP.

### **Випадки використання**

- Замініть файли JPEG і PNG, щоб зберегти пропускну здатність і прискорити роботу сайту. Якщо ви використовуєте WordPress як програмне забезпечення CMS, ось як

використовувати зображення WebP у WordPress і доставляти інші формати до застарілих браузерів.

### **5. TIFF**

Одним із форматів, який не можна пропустити в цьому посібнику щодо типів файлів зображень, є TIFF.

TIFF, що є скороченням від Tagged Image File Format, є форматом растрового зображення, який найчастіше використовується для зберігання та редагування зображень, які пізніше будуть використані для друку.

Хоча він підтримує стиснення з втратами, він зазвичай використовується як формат зображення без втрат. Крім того, більшість професійних графічних програм, які підтримують TIFF (Photoshop, Illustrator тощо), не використовують стиснення. Таким чином, зображення TIFF зазвичай мають великий розмір файлу.

#### **Переваги та недоліки**

- Високоякісні файли ідеально підходять для зберігання або друку.
- Великий розмір файлу через типове використання без стиснення.
- Обмежена підтримка браузера.

#### **Підтримка браузерів і ОС**

– Жоден основний браузер не може відобразити файл TIFF без доповнень або розширень.

– В основному доступний як формат експорту для професійних інструментів для редагування та публікації зображень.

#### **Випадки використання**

– Зберігання та підготовка зображень і графіки до публікації.

– Використовується багатьма сканерами для збереження якості відсканованих документів або зображень.

### **6. BMP – Bitmap**

Bitmap (BMP) – це переважно застарілий формат файлу зображення, який відображає окремі пікселі без стиснення або з невеликим його стисненням. Це означає, що файли BMP можуть легко стати надзвичайно великими, і їх непрактично зберігати або обробляти.

#### **Переваги та недоліки**

– Величезні розміри файлів без помітного покращення якості порівняно з такими форматами, як WebP, GIF або PNG.

#### **Підтримка браузерів і ОС**

– Підтримується всіма основними браузерами (Chrome, Edge, Firefox, Internet Explorer, Opera, Safari).

– Вбудована підтримка в більшості редакторів зображень ОС за замовчуванням, як от MS Paint.

#### **Випадки використання**

– У 2023 році фактично немає законних випадків використання формату зображень BMP.

### **7. HEIF – високоефективний формат файлу зображення**

HEIF, аббревіатура від High Efficiency Image File Format, – це формат зображення, розроблений командою, яка розробляє відеоформат MPEG, щоб стати прямим конкурентом JPEG.

Теоретично стиснення майже вдвічі ефективніше, ніж JPEG, що забезпечує зображення подвійної якості з однаковими розмірами файлів.

Це растровий формат зображення, заснований на відображенні пікселів, тобто ви не можете масштабувати зображення без втрати якості.

#### **Переваги та недоліки**

- Відмінне співвідношення якості та розміру файлу.
- Відсутній браузер і обмежена підтримка ОС.



### **Підтримка браузерів і ОС**

- Не підтримується жодним основним браузером.
- Вбудована підтримка в macOS Sierra та iOS 11 і новіших версіях, але не у відповідних версіях Safari.

### **Випадки використання**

- Використовується деякими новішими телефонами та пристроями для зберігання фотографій у вищій якості, ніж файли JPEG.

### **8. SVG – масштабована векторна графіка**

Формат файлу Scalable Vector Graphics, який зазвичай називають SVG, був розроблений W3C як мова розмітки для відтворення двовимірних зображень прямо в браузері.

Він не покладається на пікселі, як растровий формат, а використовує XML-текст для окреслення форм і ліній подібно до того, як математичні рівняння створюють графіки.

Це означає, що ви можете нескінченно масштабувати зображення SVG без втрати якості.

### **Переваги та недоліки**

- Невеликі розміри файлів і масштабування без втрат для простих ілюстрацій, форм і тексту.
- Не ідеальний формат для зображень або складних малюнків.

### **Підтримка браузерів і ОС**

- Підтримується всіма основними браузерами (Chrome, Edge, Firefox, Internet Explorer, Opera, Safari).
- Редактори зображень за замовчуванням зазвичай не підтримують SVG (оскільки він не підходить для фотографій), але більшість програм для ілюстрації підтримують експорт SVG.

### **Випадки використання**

- SVG – це ідеальний формат для логотипів, піктограм, простих ілюстрацій та всього іншого, що можна вільно масштабувати за допомогою адаптивного дизайну. Якщо ви використовуєте WordPress, обов'язково перевірте, як увімкнути підтримку WordPress SVG для вашого веб-сайту.

### **9. EPS – інкапсульований постскриптом**

По суті, файл EPS (Encapsulated PostScript) – це файл векторного зображення, який використовується для зберігання ілюстрацій в Adobe Illustrator та іншому програмному забезпеченні для ілюстрації, наприклад CorelDraw.

Подібно до файлів SVG, EPS фактично є текстовим документом, який окреслює форми та лінії за допомогою коду, а не відображає пікселі та кольори. Як результат, файли EPS також підтримують масштабування без втрат.

### **Переваги та недоліки**

- Масштабування без втрат.
- Підтримка принтера для документів і дизайнів.

### **Підтримка браузерів і ОС**

- EPS не є стандартним форматом веб-файлів зображень і не підтримується жодним основним браузером.

### **Випадки використання**

- Здебільшого використовується для зберігання, збереження та друку ілюстрацій під час роботи з Adobe Illustrator або іншим програмним забезпеченням.

### **10. PDF – портативний формат документів**

Ймовірно, ви асоціюєте PDF зі збереженням, збереженням і читанням переважно текстових документів. Це цілком зрозуміло – зрештою, документ є прямо там, у назві.

Але PDF-файли фактично базуються на тій самій мові PostScript, яка підтримує файли векторних зображень EPS, а також може використовуватися для збереження зображень та ілюстрацій.

Це обраний формат зображення для зберігання ілюстрацій, обкладинок журналів тощо для подальшого друку. Це також найкращий вибір для наших електронних книг Kinsta.

#### **Переваги та недоліки**

- Текст із можливістю індексування та пошуку робить його ідеальним для детальної інфографіки чи звітів.
- Може містити посилання, кнопки СТА та інші інтерактивні елементи.
- Масштабованість без втрат.
- Не можна включити до веб-вмісту, потрібно авантажити та прочитати як окремий файл.

#### **Підтримка браузерів і ОС**

- Підтримується всіма основними браузерами, але вам доведеться відкривати PDF як окремий файл. (Ви не можете використовувати файли PDF для відображення зображень у всьому вмісті HTML.)
- Підтримується як формат більшістю стандартних редакторів документів (наприклад, MS Word або Google Docs) і програмним забезпеченням для ілюстрації (AI, Inkscape), але не програмним забезпеченням для редагування зображень.

#### **Випадки використання**

- PDF – найкращий варіант, якщо ви хочете створити інтерактивний візуальний звіт або інфографіку, яка доповнює ваш вміст. Ось гарний список найкращих плагінів для перегляду PDF для користувачів WordPress.

#### **11. PSD – документ Photoshop**

Як випливає з назви, формат файлу PSD – це формат зображення, який використовується для збереження документів із зображеннями та працює в Adobe Photoshop.

**Це небезпечний для Інтернету формат зображень**, тому він не підтримується жодними браузерами чи стандартними засобами перегляду або редакторами зображень.

#### **Переваги та недоліки**

- Усі фільтри, прозорість, шляхи та редагування можна повністю налаштувати та відмінити.
- Якість зображення без втрат.
- Великі розміри файлів.

#### **Випадки використання**

- Збереження та зберігання проектів Photoshop до та після їх завершення.

#### **12. AI – Ілюстрація Adobe Illustrator**

AI – ще один формат зображення, спеціально розроблений Adobe для збереження не лише зображення, але й стану проекту.

Як і PSD, він не призначений для використання в Інтернеті та не підтримується ні браузерами, ні більшістю програм перегляду зображень за замовчуванням.

На відміну від файлів PSD, ви можете вільно масштабувати файли AI без втрати якості.

#### **Переваги та недоліки**

- Усі штрихи, лінії, фігури, фільтри можна налаштувати та оборотити.
- Збільшуйте або зменшуйте розмір ілюстрації вільно.
- Великі розміри файлів.

#### **Випадки використання**

- Збереження та зберігання проектів Adobe Illustrator до та після їх завершення.

#### **13. XCF – Експериментальний обчислювальний центр**

XCF, що розшифровується як eXperimental Computing Facility, – це тип файлу зображення, який є рідним для редактора зображень з відкритим кодом GIMP. Це еквівалент файлів PSD і зберігає контури, прозорість, фільтри тощо.

Знову ж таки, це рідний тип файлу для зберігання проектів, і **він не підтримується жодним браузером** або програмою перегляду зображень за замовчуванням.

### **Переваги та недоліки**

- Усі контури, фільтри та фігури можна налаштувати та відмінити.
- Якість зображення без втрат.
- Великі розміри файлів.

### **Випадки використання**

- Збереження та зберігання проектів GIMP до та після їх завершення.

### **14. INDD – документ Adobe InDesign**

INDD – це рідний тип файлу для користувачів Adobe InDesign, де можна зберігати файли проекту, зокрема вміст сторінки, стилі, зразки тощо.

Хоча його іноді називають форматом файлу зображення, він має тенденцію посилаючись на візуальні елементи поза текстом.

Він не підтримується жодними веб-переглядачами чи програмами перегляду зображень за замовчуванням, оскільки **це небезпечний для Інтернету формат**.

### **Переваги та недоліки**

– Зберігайте великі багатосторінкові дизайнерські проекти з настроюваними елементами.

### **Випадки використання**

– В основному його використовують графічні дизайнери та художники-постановники для розробки та спільної роботи над плакатами, листівками, журналами, брошурами тощо.

### **15. Типи файлів необроблених зображень**

Формати необроблених зображень – це типи файлів, які цифрова камера використовує для зберігання повноякісних зображень для подальшої обробки та редагування.

Замість 256 відтінків на колірний канал (8 біт), доступних у файлі JPEG, файли RAW пропонують до 16384 відтінків на колірний канал (14 біт) в одному зображенні. Це дає вам більше гнучкості під час налаштування кольорів і контрасту під час постобробки.

**Необроблені зображення не призначені для Інтернету** чи спільного використання та не підтримуються жодним основним браузером чи засобом перегляду зображень.

### **Переваги та недоліки**

– Зображення вищої якості з більшою різноманітністю кольорів.  
– Величезні файли зображень (необроблений файл може легко мати розмір від 20 до 40 мегабайт).

### **Випадки використання**

– Збереження фотографій у найвищій якості для подальшої обробки та редагування.

На основі даних, пов'язаних із використанням Інтернету, три найпоширеніші типи файлів зображень: JPEG, PNG і SVG.

Нижче розглянемо, чому вони настільки поширені.

#### **1. PNG: скріншоти, банери, інфографіка, зображення**

Оскільки формат PNG краще підходить для тексту всередині зображення, його частіше використовують для скріншотів, банерів (залежно від розміру рекламного банера) тощо.

Оскільки він використовує стиснення без втрат, його також використовують дизайнери та фотографи, наприклад, для демонстрації високоякісних зображень на веб-сайтах своїх портфоліо.

Ці два фактори, а також його універсальний браузер і підтримка ОС роблять його найпопулярнішим типом файлу зображень в Інтернеті. PNG присутні на величезних 77% веб-сайтів.

#### **2. JPEG: зображення**

Стиснення з втратами означає, що JPEG є кращим варіантом для демонстрації зображень у вашому вмісті. Втрата якості ледве помітна для середнього користувача Інтернету, і ви можете заощадити значний дисковий простір і пропускну здатність.

Ось чому це другий за популярністю формат в Інтернеті, який використовують майже 72% веб-сайтів. Більшість сайтів використовують як PNG, так і JPEG для різних цілей.

Нагадуємо: між JPG і JPEG немає різниці, це два різних абrevіатури та розширення файлів для одного формату.

### **3. SVG: логотипи, піктограми та ілюстрації**

Файли SVG – це масштабовані векторні файли, які ідеально підходять для піктограм, логотипів, графіків і простих ілюстрацій. Зображення можна навіть вставити безпосередньо на сторінку як код CSS.

Ось чому SVG посідають третє місце, їх використовують 27% веб-сайтів.

### **Почесна відзнака: анімовані зображення GIF**

Хоча формат GIF рідко є вибором для статичних зображень, GIF повернувся як вибір №1 для обміну анімаціями.

У результаті близько 22% веб-сайтів використовують GIF-файли на своїх сторінках, навіть якщо вони, ймовірно, також використовують PNG і JPEG як стандартні формати.

### **Який формат зображення є найкращим?**

Необроблені формати зображень мають найвищу якість, але мають невиправдано великі розміри файлів до сотень мегабайт.

Для веб-зображень формат файлу WebP пропонує на 25-35% менший розмір файлу, ніж JPEG, для фотографій такої ж якості, тобто ви можете завантажувати зображення вищої якості на той самий дисковий простір і пришвидшити роботу сайту.

HEIF – ще одна альтернатива JPEG із більш ефективним стисненням, але наразі не підтримується жодним основним браузером.

Файли PNG забезпечують стиснення без втрат, але це означає, що розміри файлів будуть надзвичайно великими та повільно завантажуватимуться. Розмір одного файлу PNG часто може становити сотні КБ або навіть більше 1 МБ. Однак, якщо ви скористаєтесь деякими тактиками, як-от відкладене завантаження (доступне в ядрі з WordPress 5.5) і CDN, ви все одно можете мати швидкий сайт.

### **Які формати файлів підтримують прозорість?**

Найпоширенішими типами файлів зображень для Інтернету, які підтримують прозорість, є PNG, WebP, GIF і навіть SVG.

Більшість власних типів файлів зображень проекту, таких як PSD, XCF і AI, також підтримують прозорість.

З іншого боку, популярний формат зображень JPEG **не підтримує** прозорість.

### **Чи PNG кращий за JPEG?**

Основна відмінність між PNG і JPEG полягає в тому, що PNG – це формат зображення без втрат, тоді як JPEG – із втратами. Це в основному означає, що PNG використовує методи стиснення без шкоди для оригінальної якості чи деталей зображення.

Для тексту на зображеннях, скріншотах підручників, а також якщо ви хочете, щоб знаки чи інші дрібні елементи були на 100% видимі на фотографії, PNG є правильним форматом.

Як ви можете бачити на цій смішній картинці вище, PNG, зображений ліворуч, набагато краще чітко відображає текст і прості фігури порівняно з JPEG, зображеним праворуч.

Чи означає це, що JPEG є поганим типом файлу зображення? Зовсім ні!

Для звичайних публікацій у блогах або зображень заголовків JPEG пропонує більш ніж достатню якість із значно меншим розміром файлу. Часто можна заощадити до 50% або більше місця, намагаючись помітити різницю в якості неозброєним оком.

### **Резюме**

Не бракує зображень, які ви могли б законно використовувати для своїх проектів. Сподіваємось, ця стаття допомогла вам зрозуміти, які типи файлів зображень і формати використовувати в якому контексті для найкращих результатів.

Растрові формати найкраще використовувати для зображень і малюнків, тоді як вектори чудово замінюють логотипи, піктограми та цифрову графіку.

Використання правильних типів файлів зображень для правильного завдання може не лише покращити швидкість завантаження вашої сторінки, але й зменшити пропускну здатність і навантаження на сервер. Як подальший позитивний ефект, ваш загальний досвід користувача також значно покращиться.

#### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема системи складається з наступних блоків.

1. Блок отримання даних:

- Отримання даних з файлу у графічному форматі.
- Отримання даних зі сканера.

2. Блок алгоритмів перетворень різних форматів:

- Формат MrSID.
- Формат PSD.
- Формат SVG.
- Формат PDF.
- Формат BMP.
- Формат PCX.
- Формат GIF.
- Формат ICO.
- Формат JPEG.
- Формат JPEG 2000.
- Формат PNG.
- Формат TIFF.
- Формат ECW.
- Формат ILBM.

3. Блок перетворення форматів – призначений для перетворення графічних файлів з одного формату у інший.

4. Блок графічного стиску даних – призначений для стиснення даних, отриманих зі сканера, у графічний файл.



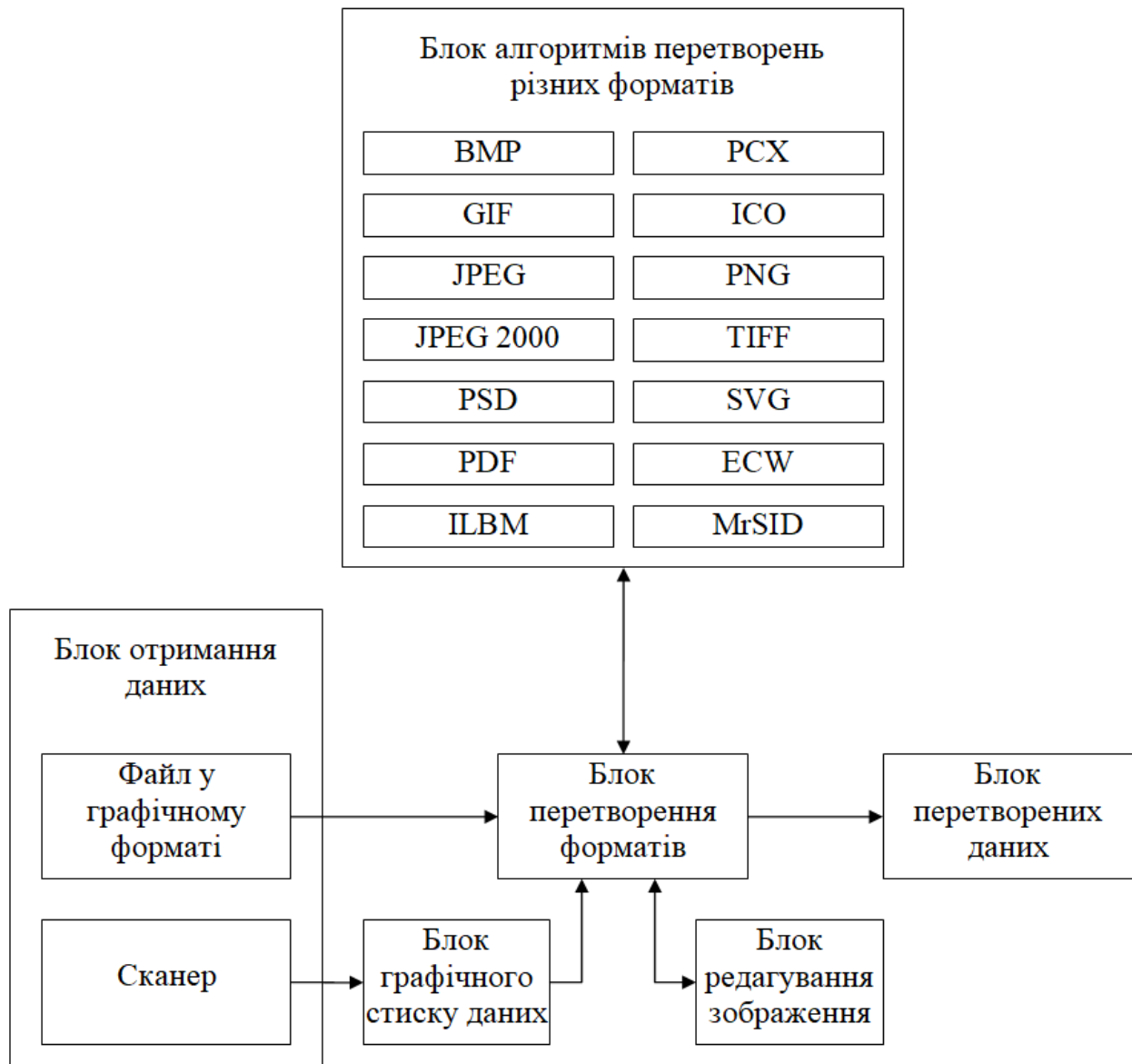


Рисунок 1 – Структурна схема системи

5. Блок редагування зображення – призначений для редагування зображення, тобто являє собою невеликий графічний редактор.

6. Блок перетворених даних – призначений для реалізації іншого алгоритму стиску даних, ніж той, що був, до перетворення.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів стискання та перетворення форматів зображень. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем стискання та перетворення форматів зображень; Досліджена система стискання та перетворення форматів зображень; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація хмарної системи стискання та перетворення форматів зображень. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання стискання та перетворення форматів зображень. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
5. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
6. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
7. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
8. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
9. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
12. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
16. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New Technique for Hiding Data in Cover Images Using Adaptively Generated Pseudorandom Sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2732, 2020, Pages 214-227.
18. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
19. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
20. ТО.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
21. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

УДК 004

Д. Білозор, магістр гр. КІ-22М-1,

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОМИЛОК ЖОРСТКОГО ДИСКУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи діагностування помилок жорсткого диску. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи діагностування помилок жорсткого диску. Об'єктом дослідження є процес діагностування помилок жорсткого диску. Предметом дослідження є методи діагностування помилок жорсткого диску. Методи дослідження базуються на методах теорії надійності, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи діагностування помилок жорсткого диску. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Сучасні жорсткі диски мають велику кількість сучасних технологій збереження даних цілісними на носіях інформації. Однією з них є «S.M.A.R.T.» (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology), що вбудована в контролер жорсткого диска. S.M.A.R.T. дивиться за станом поверхні вінчестера, виявляє, локалізує і усуває збійні області й помилки.

Цю технологію, на сучасному рівні розвитку, використовують всі виробники вінчестерів. Вона дозволила помістити всю технічну інформацію про збійні області всередину жорсткого диска (вони існують завжди, навіть у вінчестерах від самих надійних виробників). Тому, використовуючи спеціалізоване ПЗ, можна "вилікувати" жорсткий диск (прочитати не тільки ці необхідні дані, відновити інформацію, але й іноді виправити помилки).

Сучасний вінчестер дозволяє усунути збійні блоки шляхом заміни цієї області на резервну. У цьому випадку погана область жорсткого диска міститься в «bad-list» і більше не використовується для зберігання даних, а з резерву виділяється аналогічна за обсягом. Як правило, виробники жорстких дисків допускають заміну 100 ділянок, що, у принципі, повинне вистачити для життя вінчестера, якщо до нього не застосовувати фізичного впливу. Подібну операцію дозволяють робити спеціальні програми перевірки від виробників, однак, потрібно пам'ятати, що не кожному проблему вони можуть вирішити.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у системи діагностування помилок жорсткого диску.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи діагностування помилок жорсткого диску.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем діагностування помилок жорсткого диску.
- Дослідження системи діагностування помилок жорсткого диску.
- Програмна реалізація системи діагностування помилок жорсткого диску.

*Об'єктом дослідження* є процес діагностування помилок жорсткого диску.

*Предметом дослідження* є методи діагностування помилок жорсткого диску.

*Методи дослідження базуються на методах теорії надійності, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.*

**Виклад основного матеріалу.** Існує кілька способів перевірити жорсткий диск на наявність пошкоджених секторів, не відкриваючи комп'ютер. Одним із способів є використання команди `chkdsk`. Це дозволить перевірити жорсткий диск на наявність помилок і спробувати їх виправити. Іншим способом є використання стороннього інструменту, такого як HD Tune або SpinRite. Ці інструменти також перевірятимуть помилки та намагатимуться їх виправити.

### **1. Скористайтеся інструментом перевірки помилок Windows**

Інструмент перевірки помилок Windows – це вбудована утиліта Windows, яка дозволяє сканувати ваш жорсткий диск на наявність пошкоджених секторів. Погані сектори – це ділянки вашого жорсткого диска, які пошкоджені чи не можуть бути використані.

Щоб скористатися інструментом перевірки помилок Windows, відкрийте меню «Пуск» і введіть «cmd» у поле пошуку. Клацніть правою кнопкою миші результат «Командний рядок» і виберіть «Запуск від імені адміністратора». У командному рядку введіть «`chkdsk /r`» (без лапок) і натисніть Enter. Це почне сканування вашого жорсткого диска та спробує виправити пошкоджені сектори.

Зауважте, що сканування може тривати деякий час, залежно від розміру жорсткого диска. Після завершення ви побачите повідомлення про те, чи були знайдені та виправлені пошкоджені сектори.

### **2. Перевірте статус SMART накопичувача**

Перше, що вам потрібно зробити, це перевірити стан SMART вашого накопичувача. SMART – це аббревіатура від Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology. Це функція, вбудована в більшість сучасних жорстких дисків, яка контролює справність диска.

Якщо стан SMART вашого диска хороший, то, ймовірно, на диску немає пошкоджених секторів. Однак, якщо стан SMART поганий або несправний, можливо, на диску є пошкоджені сектори.

Щоб перевірити стан SMART вашого накопичувача, ви можете скористатися керуванням дисками Windows або стороннім інструментом, наприклад CrystalDiskInfo.

Коли ви перевірите стан SMART вашого накопичувача та підтвердите, що він хороший, ви можете переходити до наступного кроку.

### **3. Використовуйте HDDScan для Windows**

Якщо вам потрібен комплексний інструмент для перевірки жорсткого диска на пошкоджені сектори, HDDScan для Windows – чудовий варіант. Це програмне забезпечення може просканувати весь ваш жорсткий диск і надати докладний звіт про будь-які знайдені пошкоджені сектори.

HDDScan для Windows простий у використанні, його можна запускати з портативного USB-накопичувача, що робить його зручним для тестування дисків, які не інстальовано на вашому комп'ютері. Просто завантажте програмне забезпечення та запустіть його, а потім виберіть диск, який потрібно сканувати. Сканування займе деякий час, але після його завершення ви побачите звіт про всі знайдені пошкоджені сектори.

Якщо вас турбує втрата даних, не хвилюйтеся – HDDScan для Windows містить опцію резервного копіювання даних перед початком сканування. Таким чином, якщо будь-які пошкоджені сектори будуть знайдені та виправлені, ваші дані будуть у безпеці.

### **4. Використовуйте CrystalDiskInfo**

Якщо ви підозрюєте, що на вашому жорсткому диску можуть бути пошкоджені сектори, одним із способів перевірити це є використання CrystalDiskInfo. Це безкоштовна програма, яка може надати детальну інформацію про стан вашого жорсткого диска.

Щоб використовувати CrystalDiskInfo, спочатку завантажте та встановіть програму. Потім запустіть його та виберіть свій жорсткий диск зі списку дисків. Після вибору клацніть вкладку «Health Status», щоб переглянути інформацію про загальний стан вашого диска.

Якщо диск справний, він відобразитиметься як «Добре». Однак, якщо на диску є пошкоджені сектори, це буде показано як «Обережно» або «Погано». Якщо ви бачите будь-яке з цих повідомлень про статус, важливо якнайшвидше створити резервну копію даних, оскільки диск може вийти з ладу в майбутньому.

### 5.HD Tune

1. HD Tune – це програма для тестування жорсткого диска, яка може перевірити наявність пошкоджених секторів на вашому жорсткому диску.

2. Щоб використовувати HD Tune, просто завантажте та встановіть програму на свій комп'ютер.

3. Після встановлення запустіть HD Tune і виберіть зі спадного меню диск, який ви хочете перевірити.

4. Потім HD Tune просканує ваш жорсткий диск на наявність пошкоджених секторів і відобразить результати.

5. Якщо виявлено пошкоджені сектори, ви можете спробувати їх відновити, натиснувши кнопку «Відновити».

### 6.SpinRite

1. SpinRite. SpinRite – комерційна утиліта для відновлення та обслуговування жорсткого диска (HDD), написана Стівом Гібсоном. Це перша програмна програма, яка забезпечує можливість відновлення несправних або проблемних жорстких дисків.

За даними Gibson Research Corporation, компанії, яка розповсюджує та продає SpinRite, програма має понад 97% успіху у виправленні проблем, пов'язаних із медіафайлами, і понад 50% успіху у виправленні інших типів проблем.

Таким чином перевірка жорсткого диска на пошкоджені сектори не повинна бути складною або вимагати відкриття комп'ютера. Маючи таку кількість способів перевірити працездатність жорсткого диска, немає виправдання, щоб не вжити заходів, необхідних для збереження ваших даних і забезпечення безперебійної роботи. Якщо будь-який із цих методів виявив, що на вашому жорсткому диску є пошкоджені сектори, то, можливо, настав час придбати новий і ретельно створити резервні копії всіх важливих файлів, які все ще можуть зберігатися на пошкодженому пристрої.

У даному розділі опишемо технологію S.M.A.R.T., за рахунок якої буде відбуватися діагностування помилок жорсткого диску. Технологія S.M.A.R.T. – Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology (від англ. "Технологія Самодіагностики, Аналізу й Звіту") – була розроблена для підвищення надійності й схоронності даних на жорстких дисках. У більшості випадків, S.M.A.R.T.-сумісні пристрої дозволяють пророчити появу найбільш імовірних помилок і, тим самим, дають користувачеві можливість вчасно зробити резервну копію даних і/або повністю замінити накопичувач до виходу його з ладу.

Являє собою набір міні-підпрограм, які є частиною мікрокоду накопичувача й визначають підтримувані діагностичні функції. Найпоширеніші серед них:

- набір атрибутів, що відбивають стан окремих параметрів накопичувача (до 30);
- внутрішні тести накопичувача (self-test);
- журнали S.M.A.R.T. (помилки, загального стану, дефектних секторів і т.п.).

Нещодавно в Linux я використовував SmartCTL. Наскільки я розумію, це просто читає технологію SMART (технологія самоконтролю, аналізу та звітування), вбудовану в сам диск. Отже, я думаю, що різні програми просто читатимуть цю інформацію.

Я склав список ресурсів, які я бачив у цій темі, і свої думки:

– Badblocks – <https://wiki.archlinux.org/title/badblocks> – здається, має доступ до інформації SMART, але також має «довгий» тест, який записує шаблони на диск для активної перевірки на наявність пошкоджених блоків. Для Linux.

– GSmartControl – <https://gsmartcontrol.sourceforge.io/home/> – графічний інтерфейс для SmartCTL. Також має активний "довгий" метод перевірки сканування. Для Linux.

– CrystalDiskInfo – <https://crystalmark.info/en/software/crystaldiskinfo/> – для Windows, іншу інформацію не дивився.



- Stablebit Drivepool – <https://stablebit.com/> – виглядає пропріетарним
- MHDD / (він же HDDGURU) – <https://hddguru.com/software/2005.10.02-MHDD/>
- Victoria – <https://recoverhdd.com/blog/using-victoria-for-testing-repair-hard-drive.html> – win32, читає розумну інформацію, має інші тести програмного забезпечення.
- HD Sentinel – <https://www.hdsentinel.com/> – win32 і linux використовує інформацію SMART,

Виходячи з мого короткого дослідження цього питання, усе, що читає інформацію SMART і може виконувати активний тест, має бути добре. Я рекомендую використовувати FOSS.

У даний момент не існує офіційної документації або стандарту на технологію S.M.A.R.T. у своїх накопичувачах. Обов'язковий мінімум описаний в останньому стандарті ATA/ ATAPI-6.

У зв'язку із цим, виробники не публікують повні характеристики й підтримувані функції

Історія S.M.A.R.T. починається в 1992 році, коли інженери корпорації IBM розробили технологію, що відслідковує декілька критично важливих параметрів накопичувача, а також алгоритм, здатний пророчити вихід диска з ладу на підставі зібраних даних. Запропонована технологія одержала назву “Predictive Failure Analysis” (PFA), що можна перекласти як “Аналіз Можливих Відмов”.

Ідею IBM підхопила Compaq, що трохи пізніше створила свою технологію – IntelliSafe. До розробок Compaq підключилися такі ветерани індустрії накопичувачів, як Seagate, Quantum і Conner. Створена альянсом технологія також відслідковувала ряд робочих характеристик диска, порівнювала їх із припустимим значенням і видавала попередження у випадку небезпеки.

Поява на ринку жорстких дисків з можливістю самодіагностики знаменувало величезний крок уперед якщо й не в підвищенні надійності вінчестерів, те хоча б у зменшенні ризику втрати інформації при їхньому використанні. Практика використання першого покоління технологій діагностики виявилася успішною, але показала необхідність подальшого розвитку.

Саме “пробні кулі” – технології PFA і IntelliSafe лягли в основу майбутньої технології S.M.A.R.T., розробка якої почалася під крилом об'єднання всіх найбільших виробників жорстких дисків. На цей момент часу технологія S.M.A.R.T. пройшла вже три етапи у своєму розвитку. Настільки активний розвиток пішов на користь технології – якщо перші версії дозволяли прогнозувати можливі збої з імовірністю близько 20%, то версія S.M.A.R.T. III дозволяє попередити про прийдешній збій уже в 60% випадків.

Сучасний етап розвитку технології S.M.A.R.T. ґрунтується на наступних принципах:

- Відстеження значень важливих параметрів накопичувача.
- Переміщення збійних секторів.
- Протоколювання роботи диска за допомогою записів у спеціальних журналах.
- Виконання внутрішніх тестів, що дозволяють оцінити стан накопичувача.

У цей час виробники жорстких дисків готуються прийняти до використання новий варіант технології S.M.A.R.T. – “1024 S.M.A.R.T.”, характерною рисою якого буде помітно більший розмір журналів, повсюдне використання мультисекторних журналів, більш точні алгоритми аналізу показань вбудованих у накопичувач сенсорів (термодатчики, сенсори ударів, і т.п.) і багато чого іншого.

От кілька нових функцій, що взяли участь у розвитку технології:

- введення алгоритму аналізу температурного режиму накопичувача;
- введення обмеження по мінімальній і максимальній температурі в робочому стані;
- введення лічильника загальної кількості записаних секторів протягом життєвого циклу накопичувача;
- введення лічильника запусків внутрішніх алгоритмів відновлення (recovery counters).

Головним же плюсом можна вважати введення нових атрибутів, які дозволять контролювати стан і робочі характеристики по кожній з головок читання/запису:

- відносна стійкість (стабільність "польоту") головки;
- виправлення помилок читання (з "схованими" повторними спробами);
- автоматичний перерозподіл дефектних ділянок поверхні при операціях запису;
- лічильник-накопичувач G-List для обліку кількості прийнятих ударних навантажень;

– лічильник-накопичувач S-List для обліку загальної кількості "програмних" помилок.

S.M.A.R.T. – це набір програм, що вшитих у мікрокод вінчестера. Кожна фірма-виробник дисків веде свої розробки, звідси й розмаїтість параметрів для різних дисків. Однак існують загальні параметри:

1. Атрибути, що відбивають загальний стан диска (приблизно 30).

2. Внутрішні тести (self-tests).

3. Журнали S.M.A.R.T. (помилки, загального стану, дефектних секторів і т.п.). Повний обов'язковий перелік S.M.A.R.T атрибутів описаний у стандарті ATA/ATAPI-6.

### **Атрибути S.M.A.R.T.**

Атрибути S.M.A.R.T. – особливі характеристики, які вибираються виробником та використовуються при аналізі стану й запасу продуктивності накопичувача, ґрунтуючись на їхній здатності пророкувати погіршення робочих характеристик накопичувача або визначити його дефектність.

Перелічимо основні критичні атрибути, на які варто звернути увагу при оцінці стану жорсткого диска. Всі програми оцінки "здоров'я" накопичувача у своїй роботі опираються саме на них:

– Raw Read Error Rate (Відсоток помилок Низькорівневого Читання) – частота появи помилок читання, обумовлених апаратною частиною диска.

– Spin Up Time (Час Розкручування) – час розкручування пакета дисків зі стану спокою до робочої швидкості.

– Spin Up Retry Count (Лічильник Повторів Розкручування) – число повторних спроб розкручування дисків, у випадку, якщо перша спроба була невдалою.

– Seek Error Rate (Відсоток помилок Пошуку) – частота помилок при позиціонуванні блоку головок.

– Reallocated Sector Count (Лічильник Переміщених Секторів) – кількість переміщених збійних секторів.

Нижче дається неповний список некритичних атрибутів, які, проте, безпосередньо впливають на показники роботи накопичувача:

– Start/Stop Count (Лічильник Запусків/Зупинок) – повне число запусків/остановів шпинделя.

– Power On Hours (Відпрацьований час) – число годин, проведених у включеному стані.

– Drive Power Cycle Count (Лічильник Включень Накопичувача) – кількість повних циклів включення/вимикання диска.

– Temperature (Температура) – температура диска за показниками вбудованого термодатчика (у градусах Цельсія).

### **Інтерпретація значень атрибутів**

Як же інтерпретувати значення атрибутів для вашого диска? Як зробити вивід про те, що накопичувач справний, або, навпаки – незабаром вийде з ладу?

Методика оцінки така. Насамперед необхідно звернути увагу на критично важливі атрибути, такі як кількість переміщених секторів (Reallocated Sector Count) або частота появи помилок (Raw Read Error Rate).

За допомогою програми для роботи з інформацією S.M.A.R.T., зберіть дані про значення атрибутів і пороги. Як правило, програми подібного роду виводять інформацію не

тільки в числовому виді, але й у тій або іншій формі, що дозволяє візуально визначити якість показника, наприклад у вигляді кольорової смуги, де гарним показникам відповідає зелений колір, а поганим – червоний.

Розглянемо, як інтерпретувати числові показники. Допустимо, ми оцінюємо атрибут Reallocated Sector Count – кількість переміщених секторів. Припустимо, що поточне значення атрибута дорівнює 85, а граничним є значення 60. Що це означає? В ідеалі, значення атрибута повинне рівнятися 100 – але навіть нові диски мають менші значення, тобто частина секторів уже переміщена в резервні області диска. У нашому випадку безпечний діапазон зміни атрибута становить 40 пунктів, від 60 до 100, тому ми можемо умовно розбити його на 100 розподілів, відповідно до процентної шкали. Поточне значення атрибута на 25 пунктів більше граничного й на 15 менше ідеального, тобто здоров'я диска по цьому показнику у відсотковому відношенні становить 60% відповідно до простої пропорції:  $40 \sim 100\%$ ,  $25 \sim x\%$ ,  $x = (25 * 100) / 40 = 60\%$ .

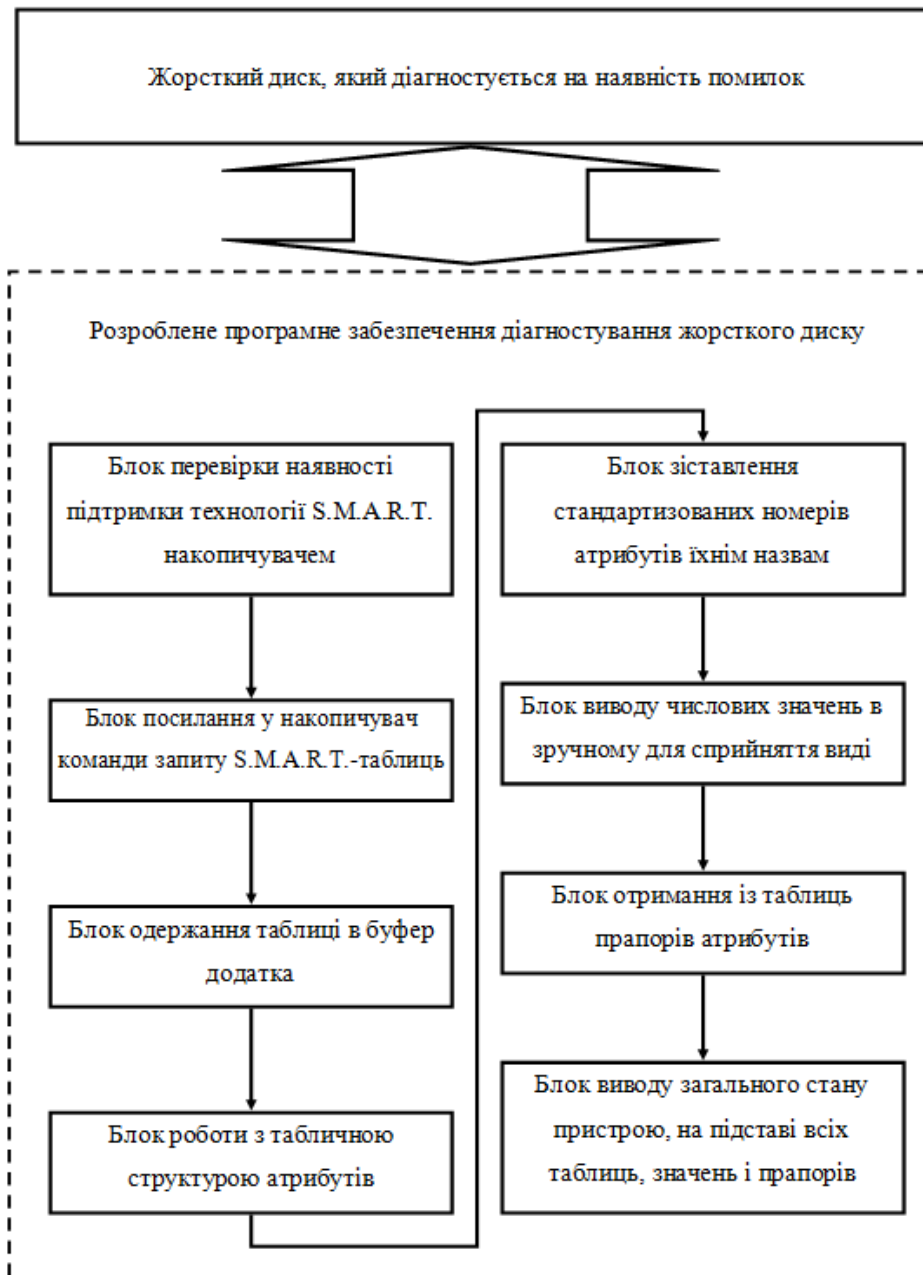


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Саме значення 60% говорить про те, що кількість переміщених секторів перебуває в робочих межах. Однак для вірної діагностики набагато важливіша динаміка показника – його зміна в часі. Кількість переміщених секторів може залишатися практично на тому самому рівні досить довго, можливо – роками, а може дуже різко піти долілиць, дібравшись до критичної оцінки всього за два тижні, наприклад, при погіршенні умов експлуатації накопичувача.

Саме тому необхідно постійно відслідковувати як значення показників, так і динаміку їхньої зміни. Сучасні програми моніторингу стану S.M.A.R.T. реалізують різні математичні алгоритми, здатні пророчити ймовірність збоїти або відмови й дату настання цієї події, з огляду на всі доступні атрибути.

### Методи тестування

На рисунку 1 зображена структурна схема розробленої системи діагностування помилок жорсткого диску з використанням технології S.M.A.R.T.

Структурна схема складається з наступних блоків:

- Жорсткий диск який діагностується на наявність помилок.
- Блок перевірки наявності підтримки технології S.M.A.R.T. накопичувачем.
- Блок посилення у накопичувач команди запиту S.M.A.R.T.-таблиць.
- Блок одержання таблиці в буфер додатка.
- Блок роботи з табличною структурою, що витягає з них номери атрибутів і їхні числові значення.
- Блок зіставлення стандартизованих номерів атрибутів їхнім назвам (іноді – залежно від типу, моделі або фірми-виробника HDD).
- Блок виводу числових значень в зручному для сприйняття виді.
- Блок отримання із таблиць прапорів атрибутів (ознаки, що характеризують призначення атрибута в рамках конкретної firmware накопичувача, наприклад, «життєво важливий» або «лічильник»).
- Блок виводу загального стану пристрою, на підставі всіх таблиць, значень і прапорів.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів діагностування помилок жорсткого диску.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем діагностування помилок жорсткого диску.
- Досліджена система діагностування помилок жорсткого диску.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи діагностування помилок жорсткого диску.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання діагностування помилок жорсткого диску.

Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
2. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
3. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.

4. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
5. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
6. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
7. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
8. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
9. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральнотрапнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
11. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральнотрапнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
12. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
13. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
14. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
15. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
16. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. International Conference «information technologies, systems and networks ITSН-2017». Chisinau, Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces «Alexandru cel Bun». 2017. P7.
17. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. Науково-практичний журнал кібер безпеки (SPCSJ) № 1. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.
18. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.
19. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Рябой Д.К., Рябая О.В. Модель вузла комутації з відносними пріоритетами, резервуванням ресурсів і обліком реальної надійності обслуговуючих приладів. Збірник тез всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті». м. Кропивницький. 16-17 листопада 2017 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. – С. 198-199.
20. Смірнов О.А., Коваленко О.В. Використання псевдобулевих методів бівалентного програмування для управління ризиками розробки програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 1 (37). - Полтава: ПолтНТУ. - 2016. - С. 98-103.
21. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Формалізація процесу проектування тестових наборів. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 3 (48). - Харків: ХУПС. - 2016. - С.96-100.
22. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Удосконалення методу перевірки коректності таблиць рішень для подання тестових наборів. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 8 (145). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 77-80.



УДК 004

В.Глади́н, магістр гр. КН-22М-1,

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ДАНИХ З МЕРЕЖІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інтелектуального завантаження даних з мережі. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи інтелектуального завантаження даних з мережі. Об'єктом дослідження є процес інтелектуального завантаження даних з мережі. Предметом дослідження є методи інтелектуального завантаження даних з мережі. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи інтелектуального завантаження даних з мережі. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Сучасне суспільство неможливо представити без Інтернету. Всі ми що-небудь качаємо з Інтернету. Однак використовувати для цього вбудовані засоби браузера хоч і просто, але не завжди надійно – навіть якщо ви є власником виділеної двомегабітної лінії, однаково ймовірність одержання битих файлів залишається. Що ж говорити про тих, хто підключається до Інтернету по dial-up, – їм необхідно застосувати які-небудь, нехай самі мінімальні, заходи щодо захисту своїх завантажень.

І якщо на якісний канал грошей немає, то єдиний спосіб убезпечити файли, що завантажуються, від прикрих збоїв і обривів лінії – скористатися яким-небудь менеджером завантажень.

Менеджер завантажень – це інструмент для завантаження файлів. Менеджер завантажень може керувати кількома завантаженнями одночасно. Кожен браузер має вбудований менеджер завантажень. Щоразу, коли ви натискаєте посилання на якомусь веб-сайті, якщо це посилання на файл, який не призначено для перегляду, а для завантаження, браузер додає нове завантаження до свого менеджера завантажень. На ринку є кілька менеджерів завантажень, які можна додати до браузерів як розширення. Ці розширення контролюють усі завантаження, і щоразу, коли зустрічається посилання для завантаження, файл завантажується для браузера.

Вбудовані менеджери завантажень дуже прості. Основне завдання браузера – підключити користувача до сервера та переглядати веб-сторінки, але не завантажувати файли. Ці спеціальні менеджери завантажень спеціально розроблені для обробки завантажень. Ці менеджери завантажень навіть завантажують файли швидше, ніж браузери.

Кожне завантаження має пов'язану з ним URL-адресу (уніфікований покажчик ресурсу: це те, що ми називаємо посиланням, якщо говорити непрофесіоналом). Ці *URL-адреси допомагають клієнту знайти ресурс в Інтернеті*. Наприкінці блогу ви матимете уявлення про те, як розпочати розробку власного менеджера завантажень, і план того, як менеджер завантажень оброблятиме URL-адресу та завантажуватиме файл.

### **Як працюватиме менеджер завантажень**

**Крок 1:** візьміть URL-адресу та перевірте, чи вона дійсна.

**Крок 2:** Створіть потік (rootThread) і почніть завантажувати файл. Цей потік відповідає за завантаження всього файлу.

**Крок 3:** Отримайте назву файлу, тип файлу, розмір файлу з URL-адреси та оновіть графічний інтерфейс користувача, щоб налаштувати ці параметри завантаження. Ви можете зробити це, отримавши значення полів заголовка. Поля заголовка – це деяка інформація, яка присутня у верхній частині кожного HTTP-запиту та відповіді, яку браузер використовує, щоб знати, як відобразити отримане повідомлення. Докладніше про ці заголовки можна знайти тут: заголовки HTTP.

**Крок 4:** Тепер перевірте, чи є поле заголовка з назвою: *accept-ranges*. Якщо поле заголовка присутнє у відповіді HTTP, ви можете попросити сервер надати вам лише частину файлу, інакше ви зможете завантажити файл лише послідовно. Якщо поле заголовка відсутнє, ви не можете призупинити завантаження, і вам потрібно дозволити кореневому потоку працювати до його завершення або скасування або виявлення помилки. Якщо поле є, ви можете завантажити файл швидше, ніж зараз. Вам не потрібно виконувати наступні дії, якщо ви не знайшли поле заголовка.

**Крок 5:** Тепер зупиніть кореневий потік.

**Крок 6:** Тепер ми маємо створити нові потоки завантажень із розміром кожного:  $(contentLength-downloaded)/8$ . Отже, буде 8 нових потоків, кожен із яких завантажуватиме частину файлу. Кожен потік матиме окреме з'єднання з сервером для завантаження частини файлу.

**Крок 7:** Кожен потік завантаження матиме 2 властивості: *startPosition* і *endPosition*. *StartPosition* позначатиме байт, з якого потрібно почати завантаження, а *endPosition* позначатиме байт до місця, з якого ви маєте завантажити.

**Крок 8:** Під час підключення до сервера кожен потік встановить *діапазон* властивостей запиту HTTP як:

1. `"bytes=" + (startPosition+downloaded) + "-" + endPosition`
2. на даний момент значення *downloaded* буде 0, отже, потік запитуватиме всі байти в діапазоні: `[startPosition, endPosition]`.

**Крок 9:** тепер потік підключається до сервера та починає отримувати байти від сервера та записувати їх у відповідні файли, якщо не призупинено, не завершено або не виявлено помилки. Робота паузи та відновлення описана в кінці блогу.

**Крок 10:** коли всі потоки повністю завантажать свої частини, файли об'єднуються в один файл.

Кожен сервер обмежує швидкість завантаження для кожного запиту, щоб він міг обслуговувати більше запитів. Ми передаємо це, створюючи кілька підключень.

Створення занадто великої кількості запитів одночасно може призвести до того, що сервер сприйме це як DDoS-атаку і, отже, заблокує запити. Ми точно не знаємо, скільки підключень може призвести до цього, але оскільки IDM використовує максимум 8 підключень, я вважаю це стандартом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інтелектуального завантаження даних з мережі.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інтелектуального завантаження даних з мережі.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем інтелектуального завантаження даних з мережі.
- Дослідження системи інтелектуального завантаження даних з мережі.
- Програмна реалізація системи інтелектуального завантаження даних з мережі.

*Об'єктом дослідження* є процес інтелектуального завантаження даних з мережі.

*Предметом дослідження* є методи інтелектуального завантаження даних з мережі.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Менеджери завантаження значно полегшують процес завантаження файлів із серверів в інтернеті на локальний комп'ютер. Користувач, відвідуючи різні сайти, може додати в менеджер посилання на файли, які він хотів би скачати й запустити їхнє завантаження після того, як серфінг закінчений. Таким чином, завантаження файлів за допомогою менеджера може бути виконана в той час, коли користувач не працює в інтернеті. Багато менеджерів завантаження дозволяють указати час, коли необхідно скачати файли, що буває зручно при використанні діал-ап доступу в інтернет: список файлів для завантаження можна сформулювати вдень і запланувати завантаження на нічний час, коли діє більш дешевий тариф на послуги доступу в мережу, або більш висока швидкість доступу, у зв'язку з тим, що на так багато користувачів використовують Інтернет вночі. У цьому випадку, менеджер сам додзвониться до провайдеру, скачає файли й виключить комп'ютер. Крім цього, менеджери можуть дозавантажувати файли, тобто, якщо завантаження було перервано й файл не був завантажений повністю, то менеджер після повторного з'єднання із сервером продовжить завантаження файлу з того місця, де була перервана завантаження, а не буде завантажувати весь файл заново. На цьому список можливостей менеджерів завантаження не закінчується, вони можуть інтегруватися із браузером, автоматично знижувати швидкість завантаження, коли користувач працює в інтернеті, зберігати облікові дані для доступу до певних серверів і так далі.

Терміни завантаження та завантаження зазвичай використовуються під час перегляду веб-сторінок. Отримання даних або файлу з Інтернету на вашому комп'ютері називається «завантаженням». Завантаження означає процес надсилання даних або файлу з вашого комп'ютера у віддалене місце в Інтернеті.

Віддалений сайт: віддалений сайт – це сайт, який фізично розташований в іншому місці, ніж сайт користувача.

#### **Завантаження файлів з Інтернету**

Процес копіювання файлу (наприклад, гри чи утиліти) з одного комп'ютера на інший через Інтернет називається завантаженням. Передача файлу із сервера або віддаленої комп'ютерної системи на ПК користувача називається завантаженням. Завантаження файлу, з точки зору користувача Інтернету, означає надсилання запиту на файл із комп'ютера-сервера та його отримання.

Коли ви завантажуєте гру з нашого веб-сайту, ви переносите її з веб-сервера автора чи видавця на свій комп'ютер. Це дає змогу інстальювати та запускати програмне забезпечення на власному комп'ютері. Використання типів посилань Download, Click Here тощо на веб-сторінках, завантаження фотографій, статей і програм з Інтернету стало задоволенням.

Кроки для завантаження файлу:

Щоб завантажити файл (з віддаленого сервера), виконайте наступні дії:

Крок 1: виберіть програмне забезпечення, яке ви хочете завантажити, натиснувши посилання для завантаження. Існують різні веб-сайти, які можуть надавати URL-адреси для завантаження однієї програми, виберіть один із них.

Приклад: щоб завантажити zoom у Windows: перейдіть за URL-адресою: “https://zoom.us/download” і натисніть кнопку завантаження.

Крок 2. Можливо, вам буде запропоновано зберегти або запустити файл із поточного розташування. Виберіть «Зберегти» (якщо буде запропоновано).

*Примітка. Деякі браузери автоматично вибирають «Зберегти».*

Крок 3: З'явиться звичайне діалогове вікно «Зберегти як», у якому вам буде запропоновано вибрати папку, у яку ви хочете зберегти програму або файл. Перш ніж натиснути кнопку «Зберегти», виберіть папку, у яку ви хочете зберегти файл. Зазвичай за замовчуванням вибрано: «C:\Download».

Крок 4. Розпочнеться завантаження вашого файлу. Ваш веб-браузер відобразить панель перебігу, яка заповнюється під час завантаження, щоб інформувати вас про перебіг завантаження.

У наведеному вище прикладі файл буде збережено як «F:\ZoomInstaller.exe».

Залежно від типу файлу, який ви завантажили, наступні дії будуть різними. Більшість файлів, які ви завантажуватимете, матимуть одне з двох розширень.

– Файли EXE: файли .exe означають виконувані файли. Це програма, яку можна виконати. Після цього дотримуйтеся вказівок на екрані, щоб установити програму на свій комп'ютер і дізнатися, як нею користуватися після встановлення.

– Файли ZIP: ZIP – це популярний формат файлів для стиснення та об'єднання файлів, щоб прискорити їх завантаження. Деякі версії Windows (такі як XP і ME) можуть читати ZIP-файли без додаткового програмного забезпечення. Вам знадобиться програма для розпакування, щоб читати ці файли ZIP, якщо у вас її немає.

Завантаження файлу на віддалений сайт

Процес передачі даних з однієї віддаленої системи в іншу називається «віддалене завантаження». Деякі служби розміщення файлів в Інтернеті використовують це.

Віддалене завантаження також використовується за обставин, коли комп'ютери, яким потрібно обмінюватися даними, знаходяться в іншій високошвидкісній локальній мережі, а дистанційне керування здійснюється через повільніше комутоване модемне з'єднання.

Якщо веб-сайт приймає завантаження файлів, він містить інструмент завантаження, який допоможе в цьому процесі. Кожен веб-сайт обробляє цей метод по-різному, проте ми надамо деякі приклади. Розділи довідки сайту зазвичай допоможуть вам у процесі завантаження.

На багатьох веб-сайтах є кнопка, яка відкриває діалогове вікно, коли ви натискаєте її.

Завантаження – це процес надсилання файлу з сервера або віддаленої комп'ютерної системи на комп'ютер користувача. З точки зору користувача Інтернету, завантаження файлу передбачає запит на файл із комп'ютера-сервера та його отримання. Протокол передачі файлів (FTP) – це Інтернет-сервіс, який дозволяє завантажувати та завантажувати дані.

Приклад: Facebook має опцію завантаження, яка завантажує фотографії/відео на вашу стіну.

Кроки для завантаження файлу:

Крок 1. Виберіть опцію завантаження фото/відео.

Крок 2: Після цього відкриється діалогове вікно для вибору файлу для завантаження. Тут ми вибираємо зображення з папки Pictures.

Крок 3: Вибравши потрібне зображення, воно буде завантажено на вашу стіну, щойно ви натиснете на публікацію.

Деякі поради щодо безпечного завантаження:

– Щоб бути в безпеці, якщо під час завантаження щось піде не так, закрийте всі важливі програми.

– Закрийте всі програми, запущені на вашому комп'ютері під час завантаження будь-якого файлу, і дозвольте виконувати лише один файл налаштування за раз.

– Скануйте всі файли після їх завантаження, як із веб-сайтів, так і за посиланнями в електронних листах.

– Налаштуйте брандмауери та антивірус, щоб регулярно сканувати все, що ви завантажуватимете.

– Ніколи не завантажуйте такі речі, як музика, відео, ігри чи інші типи медіа з ненадійних веб-сайтів, і не покладайтеся на рекомендації друзів або випадкові онлайн-коментарі.

– Щоб допомогти виявити та видалити віруси та шпигунське програмне забезпечення з програми, яку ви хочете завантажити, постійно оновлюйте антивірус, фільтр спаму та шпигунське програмне забезпечення.

– Перш ніж щось завантажувати, переконайтеся, що налаштування вашого браузера захищені.

– Завантажуйте лише з веб-сайтів, які варті вашого часу. Не натискайте жодних посилань на неавторизованих веб-сайтах, щоб завантажити щось.

– Якщо на веб-сайті з'являються образливі фрази, негайно закрийте вікно, незалежно від того, наскільки це важливо, оскільки під час відвідування таких сайтів на вашому комп'ютері можуть бути розміщені шпигунські програми.

– Не просто клацайте посилання чи файл і чекайте, поки він завантажиться; натомість завантажте файл і збережіть його там, де ви хочете, перш ніж запускати його в програмі.

– Перед встановленням або запуском програми уважно прочитайте інструкції. Тобто прочитайте положення та умови, перш ніж продовжити.

– Перед завантаженням перевірте розмір файлу; спочатку він може здатися дуже малим, але після натискання розмір файлу збільшується.

– Ніколи не довіряйте нічого, що стверджує, що якщо ви натиснете це посилання, налаштування вашого комп'ютера буде змінено, а ваш комп'ютер перетвориться на ХВОХ, і ви зможете грати на ньому в нескінченну кількість ігор.

– Усе, що пропонує вам безкоштовне завантаження, може містити небезпечне програмне забезпечення, тому не приймайте його.

– Не завантажуйте нічого, доки не прочитаєте весь матеріал веб-сайту та не визначите, чи це оригінальний веб-сайт компанії.

Менеджер завантажень, що розробляється, у ході виконання магістерського проектування, відповідає вимогам, наведеним нижче.

Розглянемо як реалізується «активний наочний кошик». Основним елементом даної технології є плаваюче віконце, що містить у собі наступні об'єкти:

- індикатор швидкості завантаження;
- кошик додавання завантажень;
- індикатори активних завантажень із можливістю керування цими завантаженнями;
- меню керування програмою;
- короткий список завантажень із можливістю їхнього старту.

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема системи зображена на рисунку 1. З неї ми бачимо, що система представляє собою взаємодію наступних структурних блоків:

1. Інтерфейс користувача головного вікна програми.
2. Блок основних функцій менеджера завантажень, якій розташовується у треї.

3. Панель швидкого доступу до основних функцій менеджера завантажень, яке включає в себе наступні функції:

- Додати завантаження.
- Запустити завантаження.
- Зробити паузу.
- Перервати завантаження.
- Швидкість завантаження.
- Кількість одночасних завантажень.
- Посилання до форуму на сайті підтримки.

4. Вікно статусів, яке включає в себе:

- Перелік усіх завантажень.
- Категорії файлів, які завантажуються (програми, архіви, музика, відео).
- Топ завантажень (програми, архіви, музика, відео, пошук).
- Новини.

– Стан (завантаження, чекання завантаження, заплановано, помилки, пауза, завантажено).

- Історія.
- Видаленні завантаження.

5. Вікно завантажень:

- Ім'я файлу.
- Стан завантаження.



- Розмір файлу.
- Скільки залишилося об'єму даних для завантаження файлу.
- Швидкість завантажень.
- Коментарі.

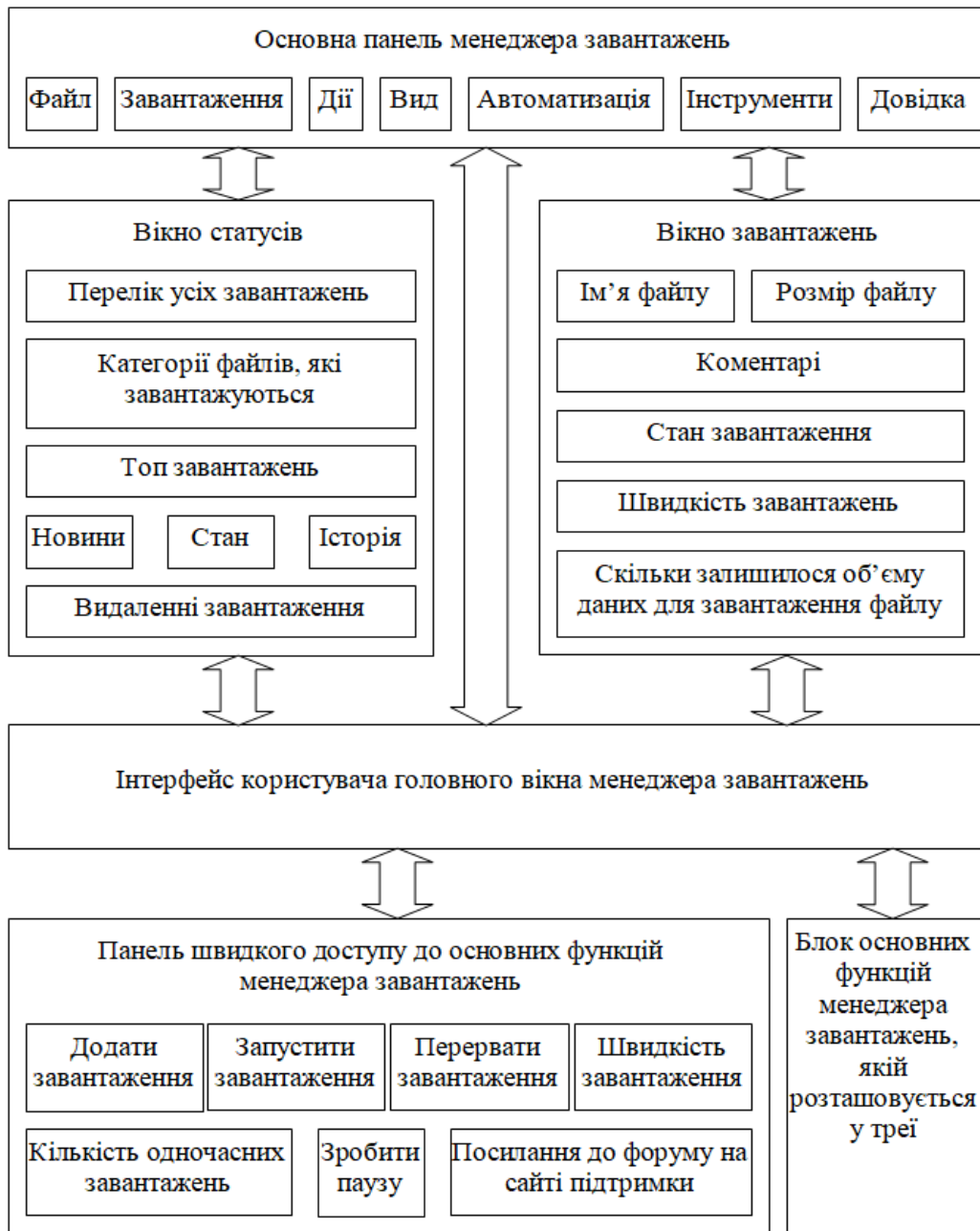


Рисунок 1 – Структурна схема системи

#### б. Основна панель менеджера завантажень:

- Файл (топ завантажень, імпорт завантажень, імпорт, експорт, вихід).
- Завантаження (додати завантаження, додати групу завантажень, перевірити оновлення, пауза, видалити, видалити разом з файлом, запланувати, перезавантажити заново, копіювати URL, відкрити файл, відкрити папку, скопіювати файл, перемістити файл, меню Windows, робота з архівом, коментарі, знайти дзеркала, додати в менеджер сайтів, властивості).
- Дії (стартувати все, призупинити все, тимчасова зупинка завантажуваних, видалити все, знайти, знайти далі, швидкість).

– Вид (налаштування кнопок, сортування списку, список завантажень, звук, категорії, лог завантажень, плаваюче вікно, скіни, мова інтерфейсу: українська, російська, англійська).

– Автоматизація (стартувати усі завантаження при запуску програми, стартувати усі завантаження при появі інтернету, стартувати усі завантаження по часу, відновити зв'язок при обриві, відключитися від інтернету після завершення завантажень, перевірити завантажені файли на віруси).

– Інструменти (пошук, історія, менеджер сайтів, розклад, плагіни, налаштування: загальні, з'єднання, завантаження, проксі, автоматизація, менеджер сайтів, розклад, інтерфейс, інші, плагіни).

– Довідка (зміст, домашня сторінка, он-лайн підтримка, повідомити про помилку, форум, перевірити оновлення, про програму).

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інтелектуального завантаження даних з мережі. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем інтелектуального завантаження даних з мережі; Досліджена система інтелектуального завантаження даних з мережі; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інтелектуального завантаження даних з мережі. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інтелектуального завантаження даних з мережі. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoS optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
2. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
3. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
4. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
7. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
8. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
9. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
10. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
11. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.

12. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
13. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.
14. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95
15. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
16. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
17. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.
18. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х.: ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
19. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
20. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
22. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х.: Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139

УДК 004

Ю.Гордієнко, магістр гр. КІ-22МЗ,  
Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРОФЕСІЙНИХ ЗНАНЬ ОПЕРАТОРІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління. Об'єктом дослідження є процес ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління. Предметом дослідження є методи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління. Методи дослідження базуються на методах теорії комп'ютерного тестування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Визнаним елементом промислової безпеки є комп'ютерне навчання операторів процесів. Значна кількість нещасних випадків, демографічні проблеми та брак висококваліфікованого персоналу автоматизованих систем управління вимагають ефективних методів навчання. Досягнення в області систем навчання операторів (СНО АСУ) є значними: ринок СНО АСУ величезний (1 мільярд доларів на рік, включаючи відповідні високотехнологічні питання промислової автоматизації) з усіма СНО АСУ. компоненти є високорозвиненими (математичні моделі та середовища керування є складними та точними, інструменти інструкцій є досить розвиненими). СНО АСУ хороші для інвестицій у промислову безпеку. Середній ефект від використання однієї системи навчання протягом життєвого циклу оцінюється в 18 мільйонів доларів, а річний ефект, розрахований на основі довгострокової статистики аварій з вини оператора, досягає 0,5 долара за тону сирової нафти на рік. Однак, незважаючи на ці досягнення, розробники та користувачі СНО АСУ відчувають нестачу її функціональності. Багато публікацій присвячено досвіду розробки та використання СНО АСУ, це сфера жвавих дискусій.

Зупинимося на техніці комп'ютерного навчання. Його вплив на якість навчання досліджено не так глибоко, як аспекти моделювання. У цьому контексті дослідницькі зусилля зосереджені на наступному:

- класифікації комп'ютерних систем навчання;
- структурі та кількості навчальних вправ;
- оцінці результатів навчання.

Але питання «Як виміряти вплив навчання на операторів?» Оцінити якість виконання вправ і посттренувальних тестів просто. За результатами можна формально оцінити «фактичний» рівень компетентності оператора. Але ця оцінка не дає відповіді на поставлене вище питання, оскільки вона не гарантує успіху оператора в іншій ситуації. Важливими питаннями є: наскільки успішно навички, отримані в процесі навчання, будуть перенесені в реальну практику, і чи зміниться структура знань оператора в результаті навчання. Окрім цього цікавить залежність успіху оператора від особистих особливостей. Усі ці питання важливі для людей, які відповідають за навчання персоналу. Їм потрібен надійний зворотний

зв'язок від системи навчання, який би відображав об'єктивний рівень компетентності оператора, крім дійсного навчання.

Дослідження в області оцінки структури знань і її характеристик досить рідкісні. Решта цієї статті структурована наступним чином. У наведеному нижче розділі описані різні підходи до покращення якості підготовки операторів. А саме оцінювання змін попередньої підготовки та структури КМ (структури знань та кластерної техніки). У наступному розділі представлено експериментальне дослідження оцінки еволюції СМ, наступний розділ містить обговорення результатів і плани майбутніх тренувань. Останній розділ завершує цю роботу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління.
- Дослідження системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління.
- Програмна реалізація системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління.

*Об'єктом дослідження* є процес ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління.

*Предметом дослідження* є методи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії комп'ютерного тестування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

### **Виклад основного матеріалу.**

#### **Огляд оцінки результатів навчання**

Основним принципом оцінки якості СНО АСУ є відповідність діяльності оператора на навчанні реальній активності. Сучасні системи навчання дозволяють досягти високого рівня такого роду подібності. Вони точні в моделюванні процесів, і середовище керування може бути ідеально змодельоване. Методи навчання базуються на сучасних уявленнях про те, що потрібно розумінню оператора під час керування процесом. Останній включає ієрархічну структуру різних навичок і розумового фону.

Високоякісна система навчання є необхідною умовою успіху оператора, але не гарантією. Багато що залежить від організації навчання. Потрібно вміти оцінювати прогрес стажера і на його основі змінювати програму навчання. Проблема коригування програми підготовки зазначена в регламенті СНО АСУ. Наприклад, він може забезпечити повторне навчання у випадку прогалин у деяких розділах програми. Базуючись на результатах формального навчання або якості реального контролю процесу, його можуть регулювати інструктори з навчання або лінійні керівники слухачів. Відомі підходи до оцінювання професійних навичок персоналу за допомогою структури «обов'язки – компетенції – поведінка – рівні кваліфікації».

Обов'язки оператора можна описати компетенціями, які визначаються професійною роллю (наприклад, керування процесом у звичайному режимі, прогнозування та реагування на наслідки ненормальних ситуацій). Компетенції охоплюють певну поведінку оператора. Наприклад, щоб контролювати процес у нормальному стані, оператор консолі повинен зчитувати передавачі, працювати з елементами керування, взаємодіяти з іншими операторами тощо. Останнє можна виміряти за допомогою сценаріїв навчання, тестів тощо, пов'язаних із поведінкою. Рівень кваліфікації (від «початківця» до «експерта»)



призначається з огляду на вимірювання продуктивності вправ. Ці оцінки важливі для навчання оператора, але вони не показують зміни в когнітивних характеристиках слухача як результат навчання. Рідкісним винятком є публікація, яка поставила питання про те, як навчання може найкраще підтримувати ефективність контролю процесу з урахуванням індивідуальних відмінностей. Зокрема, однією з цілей цієї роботи є показати зв'язок між структурою знань і результатом навчання в управлінні процесом. Підхід, представлений у нашій роботі, базується на дослідженнях структурних характеристик концептуальної моделі оператора.

### Про попередню підготовку оператора

Як знання оператора розвиваються під час професійного зростання? Після комплексу початкових тренінгів здається іспит для допуску до роботи та закріплюється навички надалі в трудовій практиці. На якомусь етапі можна зіткнутися з СНО АСУ. Однак для невідповідної людини комплексне комп'ютерне навчання безглузде. По-перше, слід розвинути базові навички контролю. Перш за все, розвинути розуміння причинно-наслідкових зв'язків в системі, що перебуває під керуванням, і навчитися діагностувати причини системних збоїв. Існують технічні засоби та методи попереднього навчання, які були впроваджені в різних заводських навчальних центрах. Нижче наведено огляд комп'ютерної навчальної системи, яка була використана в одному з експериментальних досліджень. Учасник грає в покрокову гру, яка імітує процес прийняття діагностичних рішень у реальній практиці. Гра базується на підмножині збоїв процесу та вимірюваних параметрах стану процесу.

Система випадковим чином вибирає одну з помилок і зберігає її в таємниці. Стажеру повідомляють про один із симптомів (відхилення параметрів від нормальних значень), пов'язаних з невідомою ще несправністю. Завдання стажиста – виявити обрану невдачу. Можна або вибрати одну помилку зі списку та підтвердити її (ця дія «коштує» великого штрафу у разі помилки), або перевірити стан інших параметрів процесу (цей вибір «вартує» мінімальний штраф).

Мета стажера – виявити приховану помилку, отримавши мінімальний загальний штраф. На початку гри багато помилок можуть мати відношення до початкової картини ненормального стану процесу. У цьому випадку вигідніше запросити додаткову інформацію про симптоми, щоб звузити список кандидатів. Ключове питання на цьому етапі – «який параметр краще запитувати?», виходячи з попереднього розуміння наслідків кожної (списку кандидатів) несправності з точки зору відхилення стану процесу. Правильна відповідь на це запитання веде до швидшої стратегії розв'язання. Кінцевий бал розраховується на основі порівняння отриманих штрафних балів і балів, які можна було б отримати, якби слухач перевіряв усі симптоми параметрів процесу. Зауважте, що тривалість розв'язання гри не впливає на результат. Стрес від дефіциту часу на вирішення проблем у реальному житті змінюється нестачею інформації в навчальній грі

З метою розробки методів структурної ідентифікації математичної моделі навчання операторів АСУ розглянемо проблеми ефективності системи професійного навчання операторів АСУ.

Побудову моделі ідентифікації процесу навчання засновано на уявленні останнього процесу навчання у вигляді цілеспрямованого функціонування деякої «складної системи».

Виділено в структурі системи навчання три основні підсистеми:  $\{S_v\}$ ,  $v=1, N_s$ ; операторів  $\{\Pi_i\}$  загальною чисельністю  $N_s$ ;  $\{\Pi_i\}$ ,  $i=1, N_\Pi$ , навчальних предметів загальною чисельністю  $N_\Pi$ ;  $\{O_j\}$ ,  $j=1, N_o$ , способів організації навчання загальною чисельністю  $N_o$ . Ентропію системи навчання позначено виразом:

$$H_{CO} = -\varphi \cdot \log_2 \varphi - (1 - \varphi) \cdot \log_2 (1 - \varphi) \quad (1)$$

Введені поняття моделі ефективності дозволяють трансформувати постановку задачі побудови моделі навчання, системи навчання, тобто пошуку функціональної

залежності  $\dot{Y}_{CO} = f(\dot{Y}_S; \dot{Y}_I; \dot{Y}_W)$ . Іншими словами, для одного періоду розгляду діяльності системи навчання або для одного такту навчання можна розглядати ймовірність результатів цього такту у вигляді:

$$\begin{cases} \varphi^{(i)} = \varphi^{(0)} \cdot p_{ii}^{(i)} + (1 - \varphi^{(0)}) \cdot p_{oi}^{(i)}; \\ 1 - \varphi^{(i)} = \varphi^{(0)} \cdot p_{io}^{(i)} + (1 - \varphi^{(0)}) \cdot p_{oo}^{(i)}; \end{cases} \quad (2)$$

ефективність системи навчання визначається через ймовірність успіху при нескінченному числі тактів навчання:

$$\dot{Y}_{CO} = \dot{Y}_{CO}^{(\infty)} = \ln \frac{\varphi^{(\infty)}}{1 - \varphi^{(\infty)}}$$

Безумовна ймовірність успіху системи навчання [CH], тобто рівняння моделі представлено у вигляді:

$$\varphi = \frac{p}{p + q} = \frac{z \cdot \lambda \cdot \gamma}{z \cdot \lambda \cdot \gamma + (1 - z) \cdot (1 - \lambda) \cdot (1 - \gamma)}. \quad (3)$$

Якщо тепер знайти математичну модель ефективності системи

$$\begin{aligned} \dot{Y}_{CO} &= \ln \frac{\varphi}{1 - \varphi} = \ln \frac{p/(q + p)}{q/(q + p)} = \ln \frac{p}{q} = \\ &= \ln \frac{z \cdot \lambda \cdot \gamma}{(1 - z) \cdot (1 - \lambda) \cdot (1 - \gamma)} = \dot{Y}_S + \dot{Y}_I + \dot{Y}_\gamma, \end{aligned} \quad (4)$$

то ефективність усієї системи навчання буде визначатися сумою ефективності її елементів. Встановлено, що необхідне врахування ще однієї властивості системи навчання, її автономності, обумовленої коефіцієнтом регресії рангу успішності після будь-якого такту навчання щодо попереднього рангу  $W = 1 - p - q$ . Автономність системи навчання може бути оцінена через параметри елементів як навчальної програми  $\Pi_i$  так і для всієї кількості респондентів  $\{S_v\}$ :

$$W = z \cdot (1 - \lambda) + \lambda \cdot (1 - \gamma) + \gamma \cdot (1 - z); \lambda = p(\Pi_i); z = p(S_v); \gamma = p(O_j).$$

У цьому випадку ми можемо стверджувати, що число випадків спостережень  $R_{vi} = 1$  (або  $R_{vi} = 0$ ) навіть за один такт функціонування системи навчання несе деяку інформацію про властивості системи навчання і її елементів.

Описано новий метод аналізу первинної інформації на основі її згортки. Для кожного респондента,  $S_v, v = 1, N_s$ , передбачається одна з трьох категорій успішності:  $N, U, K$ . Доведено теорему про аперіодичний розподіл балу тесту.

Доведення асимптотичної нормальності розподілу балу респондента цінний ще і тому, що він може бути поширеним і на слабо корельовані тести; функція розподілу нормованої суми слабо зв'язаних випадкових величин із зростом числа доданків прямує до нормального закону. Доведено, що мірою розсіювання бала тесту, тобто вихідного його параметра, є сума математичного очікування міри розсіювання, зумовленого властивостями респондентів. На підставі цього висновку у роботі стверджується, що вірогідний розподіл властивостей респондентів у групі  $N$  є немінучим. Тільки лише у випадку «детермінованого» тесту

(тобто при  $\varphi_{vi} = 1$ ) ми можемо забезпечити  $D(k_v) = \sum_{i=1}^m \varphi_{vi} (1 - \varphi_{vi}) = 0$  і, отже, одержати  $D(k) = D[M(k_v)]$  тобто позбутися «шуму», внесеного тестом.

Розглянуто кожна з категорій респондентів і виведені необхідні для неї формули.

Категорія « $N$ »: респонденти  $S_v$ ,  $v=1, N_{S2}$  мають незадовільну оцінку хоча б по одній з навчальних програм  $\Pi_i$  ( $i=1, m$ ). Їх матриця відповідей:

$$X_{vi} = \begin{cases} 1, & S_v \text{ відповів на питання по програмі } \Pi_i; \\ 0, & S_v \text{ не відповів на питання по програмі } \Pi_i. \end{cases}$$

Бал позитивних оцінок або кількість правильних відповідей респондента  $S_v$  дорівнює  $k_v = \sum_{i=1}^m X_{vi}$ ; ( $i=1, m = N_{\Pi}$ );  $k_v < N_{\Pi} = m$ .

Категорія « $U$ »: ті респонденти  $S_v$ , які не мають незадовільних оцінок з усіх предметів  $\Pi_i$ . Для категорії « $U$ » відносні показники якості навчання дорівнюють

$$U_{R(U)} = 1 - \frac{\sum d_i}{m(N_S - N_{S2})}; \quad U_{Ri(U)} = 1 - \frac{d_i}{N_S - N_{S2}},$$

де  $d_i$  – кількість задовільних оцінок. Для категорії « $U$ » величина  $C = N_S - N_{S2} = N_{iR}$ .

Категорія « $K$ »: ті респонденти  $S_v$ , які мають з усіх  $\Pi_i$  гарні оцінки. Число респондентів у « $K$ » дорівнює:  $U_Z = N_S - N_{S2} - U_{4,3}$ .

Категорія « $D$ »: респондент  $S_v$ , який має з усіх  $\Pi_i$  оцінки «1» або «0». Ця категорія рівносильна категорії « $N$ », якщо в ній немає оцінки, «добре» і «відмінно», тобто всі ті респонденти, які мають оцінки тільки «незадовільні» або «задовільні».

Таким чином, використовується двокритеріальний метод аналізу – по «абсолютній успішності» і по «якості успішності». Формально методи аналізу по кожному з критеріїв збігаються. Згідно з протоколом оцінок встановлюється чисельність респондентів вищої категорії для даного критерію. Якщо позначити це число через  $U_{CO}$ , то при аналізі абсолютної успішності це число дорівнює чисельності респондентів категорії « $U$ », а при аналізі якості успішності – чисельності респондентів категорії « $K$ ». Очевидно, що  $U_{CO} = C - N_{CO}$ . Для оцінки успішності в категорії « $U$ »

$$C = N_S; N_{S2} = N_{CO}; N_{iR} = N_S - N_{CO} = C - N_{CO} = N_S - N_{S2} \rightarrow U_{CO}.$$

Для оцінки якості навчання в категорії « $U$ »

$$N_{CO} = U_3; C = N_{iR}; U_{CO} \rightarrow N_{iR} - U_3 = C - N_{CO} = U_4;$$

де  $N_{CO}$  число респондентів нижчої категорії. Обчислюється відносне значення

числа  $U_{CO}$ , тобто  $U = \frac{U_{CO}}{C} = 1 - \frac{N_{CO}}{C}$ , де  $C$  прирівнюється обліковому числу респондентів при аналізі абсолютної успішності або числу всіх «встигаючих» при аналізі якості успішності. Очевидно, що значення  $U$  і відповідні  $U_i$  використовуються для оцінки ефективності навчання (з. за даним критерієм) для безлічі  $\{S_v\}$  у цілому і для окремих навчальних програм.

По якості навчання для категорії « $U$ »

$$C = N_{iR} = N_S - N_{S2}; \quad U \rightarrow U_{R(U)} = 1 - \frac{\sum d_i}{mN_{iR}}; \quad U_i \rightarrow U_{Ri(U)} = 1 - \frac{d_i}{N_{iR}}.$$

Для категорії « $U + N$ » по загальній успішності:

$C = N_S$ ;  $\bar{d}_i$  – кількість незадовільних оцінок

$$d_i \rightarrow \bar{d}_i \left( d_{CO} \rightarrow \bar{d}_{CO} = \sum_{i=1}^m \bar{d}_i \right); \quad U \rightarrow U_K = 1 - \frac{\bar{d}_{CO}}{mN_S}; \quad U_i \rightarrow U_{iK} = 1 - \frac{\bar{d}}{N_S}.$$

Ефективність навчання даного контингенту оцінюється за кінцевим результатом, тобто за ступенем навченості респондента кожного  $S_v$ .

Разом з тим існуючі методи аналізу мають серйозний недолік – неможливість оцінки взаємодії основних елементів ( $S, P$  і  $W$ ) системи навчання, тобто неможливість з'ясування хоча б причин відхилень ходу навчання від норми і вироблення, принаймні, напрямку керуючих впливів.

Далі розглянемо задачі синтезу математичної моделі взаємодії оператора і системи навчання.

Використання лінгвістичних правил «IF – THEN» дозволяє значно знизити обсяг експериментальних даних, необхідних для якісної ідентифікації. Для задач, де більш важливим є обґрунтування прийнятого рішення, мають перевагу нечіткі моделі типу Мамдани:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \bigcap_{i=1}^n (x_i = a_{i,jp}) \rightarrow y = d_j, j = \overline{1, m} \quad (5)$$

де  $a_{i,jp}$  – лінгвістичний терм, яким оцінюється перемінна  $x_i$  в рядку з номером  $jp$  ( $p = \overline{1, k_j}$ );  $k_j$  – кількість строк-кон'юнкцій, у яких вихід  $y$  оцінюється лінгвістичним термом  $d_j$ ;  $m$  – кількість термів, які використовують для лінгвістичної оцінки вихідної перемінної  $y$ .

Представлені правила віднесення оператора до деякого когнітивного типу. Для цього вводяться додаткові змінні  $P$  і  $L$ , що описують темп і рівень складності представлення інформації. Змінні  $L$  і  $P$  визначаються параметрами  $N_1 \dots N_5$ , що є результатами тестування продуктивних характеристик користувача  $L = f_L(N_1, N_2, N_3)$ ;  $P = f_P(N_4, N_5)$  з урахуванням правила віднесення оператора до деякого когнітивного типу. Завдання ідентифікації полягає в перебуванні нечіткої моделі  $F$ , що забезпечує мінімальне значення середньоквадратичної нев'язки:

$$R = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (y_r - F(X_r))^2 \rightarrow \min$$

де  $F(X_r)$  – значення виходу нечіткої моделі при значенні входів, заданих вектором  $X_r$ . Перебування структури і параметрів нечіткої моделі, що забезпечують мінімальне значення критерію, і є задачею ідентифікації.

Зіставити рівень знань («незнань») з позначеними в них об'єктами предметної області можна, оцінивши ступінь симетрії (асиметрії) цієї інформації і дійсності.

У підсумку ентропію знань пропонується оцінювати як

$$E = f(R, S_w)$$

де  $R$  – безліч зв'язків категорій бази знань;  $S_w$  – ентропія для предметної області  $W$ , визначеної як ступінь дезорганізації фантома дійсності, тобто його ентропію максимального значення  $x$  у вибірці. Партнери, що ведуть тематичний діалог, як і в інших випадках спілкування, переслідують деяку погоджену мету діалогу  $G_w$  для заданої предметної області  $W$ . Ідентифікатор чергового кроку діалогу (або питання відповідної ситуації)

визначимо як  $i = f(G_w, \max(S_c), R_N)$ , де  $G_w$  – мета діалогу;  $S_c$  – ентропія категорії;  $R_N$  – параметр, що визначає семантичну близькість категорій. Приведено варіаційно-ентропійний аналіз, який визначається умовою максимізації ентропії цієї системи  $S$  при фіксованих умовах, що відповідають її природі:  $S = -\int f(x) \ln f(x) dx = \max \int E(x) f(x) dx = E$ ,  $\int f(x) dx = 1$ ,

де  $S$  – ентропія;  $E(x)$  – міра зусиль, необхідних для переведу даного елемента системи в стан  $x$ ,  $E$  – міра зусиль, необхідних для переведу всієї системи в стан, що описується розподілом  $f(x)$ .

З ростом максимального вибіркового значення  $I$  випадкової величини  $x$  вона швидко збігається до кінцевої границі:

$$S = -\sum_{x_0}^I \frac{n(x)}{N} \log_2 \frac{n(x)}{N} = \frac{1}{\ln 2} \left[ \ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + \right. \\ \left. + I + \ln(x_0^{-\alpha} - I^{-\alpha}) + \frac{1 + \alpha}{\alpha} \frac{\ln(x_0^\alpha) / x_0^\alpha - \ln(I^\alpha) / I^\alpha}{x_0^{-\alpha} - I^{-\alpha}} \right]; \quad (6)$$

$$\lim_{\substack{I \rightarrow \infty \\ N \rightarrow \infty}} S = \frac{1}{\ln 2} (\ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + I + \ln x_0),$$

де  $x_0$  – мінімальне вибіркоче значення  $x$ ;  $\alpha$  – параметр розподілу Ципфа  $n(x)$ ;  $N$  – обсяг вибірки.

Даний вираз є часткою ентропійної функції  $H = \sum_i \mu_i \ln \mu_i$ , де  $\mu_i$  – міра на безлічі станів розглянутої системи для групи подій (3.  $i=1, 2, \dots$ ). Причому міра  $\mu_i$  у загальному випадку не обов'язково повинна бути ймовірною, тобто задовольняти умові  $\sum_i \mu_i = 1$ .

Таким чином, ентропія  $S$  описується виразом

$$S = \sum_{x_0}^I \frac{n(x)}{N} \log_2 \frac{n(x)}{N}, \quad (7)$$

тобто без мінуса перед сумою в порівнянні з ентропією розподілу Ципфа.

При  $N \rightarrow \infty$  і  $x_0 = I$  маємо:  $\lim_{\substack{I \rightarrow \infty \\ N \rightarrow \infty}} S = -\frac{1}{\ln 2} (\ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + I)$ .

Розкриємо  $n(x)$  в загальному випадку одержимо:

$$S = -\frac{1}{\ln 2} \left[ \ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + I + \ln(x_0^{-\alpha} - I^{-\alpha}) + \frac{1 + \alpha}{\alpha} \cdot \frac{\ln(x_0^\alpha) / x_0^\alpha - \ln(I^\alpha) / I^\alpha}{x_0^{-\alpha} - I^{-\alpha}} \right], \quad (8)$$

Так як  $x_0^\alpha \square 1$ , а  $I^{-\alpha} \square 1$ , то

$$S = -\frac{1}{\ln 2} \left[ \ln \alpha^{-1} + \alpha^{-1} + I - \frac{1 + \alpha}{\alpha} \times \frac{\ln(I^\alpha)}{I^\alpha} \right] \quad (9)$$

Вираз дозволяє оцінити ступінь дезорганізації фантома дійсності через його ентропію, тобто через одну змінну  $x=I$ . А це, у свою чергу, через максимальне значення  $x$  у вибірці, число елементів якої потенційно дорівнює  $N$ .

### Розробка структурної схеми

Розглянемо методи параметричної ідентифікації математичних моделей оцінки знань операторів АСУ. Запропонуємо підхід, що припускає проведення з оператором серії активних експериментів, у продовж яких реєструються кінцеві результати процесу оцінювання.

З безлічі математичних моделей для опису ймовірності правильної відповіді в залежності від рівня знань  $\theta_v$   $v$  – того респондента та  $i$  труднощів  $i$  – того завдання обране однопараметричне нелінійне рівняння Георга Раша:



$$P_{vi} = \frac{e^{D(\theta_v - \beta_i)}}{1 + e^{D(\theta_v - \beta_i)}}, \quad (10)$$

де параметр  $D$  введений для того, щоб стандартизувати шкали ймовірностей для різних математичних моделей. Для  $v$  – того респондента функція Раша має вигляд:

$$P_v = \frac{e^{D(\theta_v - \beta)}}{1 + e^{D(\theta_v - \beta)}}. \quad (11)$$

Для одного  $i$  – го завдання функція Раша записується в такий спосіб:

$$P_i = \frac{e^{D(\theta - \beta_i)}}{1 + e^{D(\theta - \beta_i)}} \text{ при } \beta_i \rightarrow +\infty. \quad (12)$$

Загалом задача зводиться до визначення  $\theta$  і  $\beta$  шляхом алгоритмічних дій і послідовних ітерацій, виходячи з експериментальних даних тестування:

$$X_v \rightarrow \theta_v, R_i \rightarrow \beta_i,$$

де  $X_v$  – сумарний бал  $v$  – того тестованого, а  $R_i$  – сума правильних відповідей для  $i$  – го завдання. Для виміру цих двох латентних змінних використовують логіт – модель або модель бінарного (3.дихотомічного) вибору  $U$  і ту саму одиницю виміру – логіт:

$$\ell_{\theta_v} = \ln \frac{P_v}{q_v}; P_v = \frac{X_v}{N}; q_v = 1 - p_v \text{ логіт рівня знань } v \text{ – го респондента,}$$

$$\ell_{\beta_i} = \ln \frac{q_i}{p_i}; p_i = \frac{R_i}{k}; q_i = 1 - p_i \text{ логіт рівня труднощів } i \text{ – і задачі,}$$

де  $\ell_{\theta_v}$  і  $\ell_{\beta_i}$  – логіти рівня професійних знань  $v$  – того респондента і труднощі  $i$  – го завдання відповідно,  $P_v$  і  $q_v$  – частка правильних і неправильних відповідей для  $v$  – того респондента,  $p_i$  і  $q_i$  – частка правильних і неправильних відповідей по всіх респондентах для  $i$  – го завдання відповідно. Алгоритми обчислень розбиваються на ряд етапів: упорядковується матриця даних тестування; виробляється розрахунок початкових значень  $\beta_i^0$ . Для всіх завдань по рівню обчислюються логіти труднощів завдань, потім їхнє

$$\bar{\ell}_{\beta} = \frac{\sum_i^k \ell_{\beta_i}}{k}.$$

середнє значення

У наступному етапі переносять центр розподілу логітів труднощів на завдання:  $\beta_i^0 = \ell_{\beta_i} - \bar{\ell}_{\beta}$ .

При формуванні тесту в нього потрібно включати завдання з різними значеннями  $\theta_v$  і  $\beta_i$ . Якщо тестована група однорідна за рівнем професійних знань, то в тест необхідно брати завдання з великою крутістю характеристики. Якщо ж група неоднорідна, то в тест включаються завдання з малою крутістю, але при цьому треба намагатися, щоб криві завдань не перетиналися і були розташовані по всьому простору. Величина  $\alpha_i$  обчислюється за допомогою бісеріального коефіцієнта кореляції між балами  $i$  – го завдання і сумою індивідуальних балів усіх респондентів:

$$\alpha_i = \frac{(r_{bis})_i}{\sqrt{1 - (r_{bis})_i^2}}.$$

Для системи тестового контролю професійних знань бісеріальний коефіцієнт кореляції описується залежністю:

$$(r_{bis})_i = \frac{(\bar{X}_1)_i - (\bar{X}_0)_i}{S_x} \cdot \frac{(n_1)_i (n_0)_i}{N_i \cdot N \sqrt{N(N-1)}}, \quad (13)$$

де  $(\bar{x}_1)_i$  – середній сумарний бал тих  $N_i$  респондентів, що на  $i$ -те завдання дали правильну відповідь ( $X_{vi}=1$ ),  $(\bar{x}_0)_i$  – теж саме для тих респондентів, що на  $i$ -те завдання дали неправильну відповідь ( $X_{vi}=0$ );  $n_{1i}$  і  $n_{0i}$  – кількість правильних і неправильних відповідей на  $i$ -те завдання;  $u_i$  – ордината функції нормального розподілу в точці;  $S_x$  – вибіркова дисперсія.

Розробка математичної моделі рівняння зв'язку для системи навчання починається з після оптимізаційного етапу. Після оцінки погодженості і конформності питання виявилися достатніми для віднесення тесту до класу однорідних, з'являється можливість використання такого оптимального тесту в якості системного при програмованому контролі знань. Основою для такої можливості є визначені функціональні зв'язки параметрів тесту (тобто деяких констант, що задають модель тесту) з тестовими показниками (тобто величинами, що спостерігаються в процесі тестування: числами вірних відповідей на питання тесту). Зрозуміло, що ці зв'язки є детермінованими тільки стосовно деякої генеральної сукупності респондентів, чисельність якої  $N$  достатня для застосування граничних теорем, тобто оперування поняттями ймовірностей, математичних сподівань і т.п. замість частот, середніх значень і т.д. Як модель тесту використовується цілком визначений функціональний зв'язок ймовірностей для випадкової події  $X_{vi}=1$  ( $v$ -й респондент дав вірну відповідь на  $i$ -те питання тесту):

$$\begin{cases} P\left[X_{vi}=1/A_v\right] = S; & P\left[X_{vi}=1/\bar{A}_v\right] = P_i, \\ P\left[X_{vi}=1\right] = Z_v * S + (1 - Z_v)P_i = \hat{O}_{vi}, \end{cases} \quad (14)$$

де параметри  $\hat{A}$ -тесту  $S$  і  $P_i$  є константами і визначають  $S$  – ймовірність вірної відповіді за умови знання;  $P_i$  – ймовірність вірної відповіді за умови незнання, тобто ймовірність угадування. Обидва ці показники є випадковими величинами і мають асимптотично нормальні розподіли. Розглянемо спочатку розподіл ваги питання  $B_i$  з урахуванням однорідності тесту, для будь-якого  $B_i$  маємо

$$\begin{cases} \hat{I}(B_i) = (S - P_i) \sum_{v=1}^N Z_v + NP_i; \\ D(B_i) = (S - P_i)(1 - 2P_i) \sum_{v=1}^N Z_v - (S - P_i)^2 \cdot \sum_{v=1}^N Z_v^2 + NP_i(1 - P_i). \end{cases} \quad (15)$$

Вхідні у виразі (15) для  $M(B_i)$  і  $D(B_i)$  суми  $\sum_v Z_v$  і  $\sum_v Z_v^2$  розглядаються як параметри розподілу рівнів знань у генеральній сукупності  $N$ . Дійсно, кожний з респондентів у цій сукупності володіє деяким  $Z_v$  (тобто визначеною ймовірністю знання). Звернемося далі до другого тестового показника, так званому бала тесту  $K$ . Кожна з умовних ймовірностей  $k_v = j$  у зв'язку з однорідністю тесту відшукується у вигляді:

$$\begin{cases} P\left[k_v=j/A_v\right] = C_m^j S^j (1 - S)^{m-j}; \\ P\left[k_v=j/\bar{A}_v\right] = C_m^j P^j (1 - P_i)^{m-j}, \end{cases} \quad (16)$$

що дозволяє знайти ймовірність  $P[k = j]$  для бала тесту у вигляді:  $P[k = j] = C_m^j S^j (1 - S)^{m-j} M(Z) + C_m^j P_i^j (1 - P_i)^{m-j} [1 - M(Z)]$ . Отже, при відомих параметрах розподілів ваги питання  $M(B_i)$  і  $D(B_i)$ , а також бала тесту  $M(K)$  і  $D(K)$  є можливість скласти рівняння зв'язку цих величин з параметрами тесту  $S$  і  $P_i$ , а також параметрами розподілу рівнів знань  $M(Z)$  і  $D(Z)$  у вигляді системи рівнянь:

$$\begin{cases} M(K) = M(S - P_i)M(Z) + MP_i; \\ M(B_i) = N(S - P_i)M(Z) + NP_i; \\ D(K) = [1 + (M - 1)(S + P_i) - 2MP_i]M(S - P_i)M(Z) - \\ - M^2(S - P_i)^2 M(Z) + MP_i(1 - P_i); \\ D(B_i) = M(Z)(S - P_i)(1 - 2P_i) + NP_i(1 - P_i) - \\ - N(S - P_i)^2 D(Z) - N(S - P_i)^2 M^2(Z). \end{cases} \quad (17)$$

Перші два рівняння в системі не є незалежними, тому що з теорії дихотомічних тестів випливає очевидне співвідношення:

$$\frac{M(K)}{M} = \frac{M(B_i)}{N} = \frac{M(B)}{MN} = \alpha, \quad (18)$$

$$B_i = jN_j = \sum_{v=1}^N X_{vi}; \quad B = \sum_{i=1}^m B_i$$

де  $B_i$  – вага тесту. Таким чином, система дозволяє розв'язок по відношенню тільки трьох невідомих з  $S, P_i, M(Z), D(Z)$ , і то за умови, що попередньо знайдено математичні сподівання і дисперсії тестових показників  $K$  і  $B_i$ . Крім того, необхідно врахувати, що питання оцінок довірчих інтервалів вирішені у теоретичній статистиці лише для моментів двох перших порядків, хоч оцінки максимальної правдоподібності можна знайти для моментів будь-якого порядку.

У цих умовах переважнішим виявляється шлях використання цієї системи рівнянь, що дозволяє при відомому  $P_i$  відшукати параметр тесту  $S$  у вигляді

$$S = \frac{D(K) + M^2(K)(1 - P_i + MP_i)}{(M - 1)[M(K) - MP_i]}$$

Що ж стосується ймовірності угадування  $P_i$ , то цей параметр діагностичного тесту можна вважати рівним  $P_i = \frac{1}{H}$ , де  $H = 2, 3, \dots, n$  – число відповідей до питань тесту. За умови підвищених вимог до вірогідності оцінки  $S$  можна знаходити параметр  $P_i$  методом рандомізації підсумків тесту. Неминучість використання, що відзначалася  $M(K)$  вище,  $D(K)$  замість їхніх оцінок приводить до необхідності розгляду  $D(K) = f[M(K)]$  для дослідження  $S = const$  функції  $P_i = const$ .

Для границь довірчих інтервалів дисперсії  $D'_K$  і  $D''_K > D'_K$ ;  $D'_B$  і  $D''_B > D'_B$  і відповідних коефіцієнтів довіри  $Q_K = 1 - \beta_K$ ,  $Q_B = 1 - \beta_B$  можна скласти рівняння зв'язку у вигляді:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{m-1}\{X_B''\} = 1 - \frac{\beta_B}{2}; \quad P_{m-1}\{X_B'\} = \frac{\beta_B}{2}; \\ X_B'' = \frac{S_B^2}{D_B''}(M-1); \quad X_B' = \frac{S_B^2}{D_B'}(M-1); \\ \hat{O}_0 \left\{ \frac{X_K'' - N + 1}{\sqrt{2N-2}} \right\} = \frac{\beta_K}{2}; \quad \hat{O}_0 \left\{ \frac{X_K' - N + 1}{\sqrt{2N-2}} \right\} = 1 - \frac{\beta_K}{2}; \\ X_K'' = \frac{S_K^2}{D_K''}(N-1); \quad X_K' = \frac{S_K^2}{D_K'}(N-1). \end{array} \right. \quad (19)$$

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. На ній показано структуру системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління; Досліджена система ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління; Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності

предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
4. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
14. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
15. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
19. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.



20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
21. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
22. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп'ютерні технології”, м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
23. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.

УДК 004

**В.Горшков, магістр гр. КН-22М-2,***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗПОДІЛУ АУДИТОРНОГО ФОНДУ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ ДЛЯ ФАКУЛЬТЕТІВ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів. Об'єктом дослідження є процес автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів. Предметом дослідження є методи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів. Методи дослідження базуються на методах теорії оптимізації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Існує думка, що досвідчений диспетчер може скласти розклад так, що воно буде більшою мірою відповідати інтересам навчального процесу й громадського життя освітньої установи. Однак із цим не можна погодитися. Мова йде не про те хто краще складе розклад комп'ютер або людина, так як в реальності існує не автоматичне, а автоматизоване складання розкладу. За допомогою програмного забезпечення для автоматизації планування ви можете автоматично створювати розклади та керувати ними. Це може включати планування зустрічей, надсилання нагадувань і відстеження часу відпочинку.

Серед переваг автоматичного планування:

- Економить час. Автоматизуючи графіки, адміністратори університетів, викладачі та студенти можуть заощадити час.
- Зменшує помилки. Можливі помилки в плануванні вручну, наприклад, подвійне бронювання та забування надіслати нагадування. Цих помилок легко уникнути за допомогою автоматичного планування.
- Підвищення рівня задоволеності студентів. Використання автоматизованого планування може покращити задоволеність студентів. У результаті студенти можуть легше знаходити потрібні курси, а їхні розклади будуть вільними від конфліктів. Крім того, вони можуть планувати зустрічі з інструкторами та радниками.

Серед проблем автоматизації розкладу в університеті є:

- Точність даних. Дані, які використовуються для створення графіків, мають бути точними. Неточні дані можуть призвести до неточних графіків.
- Потреба в гнучкості. Щоб врахувати зміни в наборі студентів, пропозиціях курсів і доступності викладачів, автоматизовані системи планування повинні бути гнучкими.
- Налаштування. Автоматизоване програмне забезпечення для планування не завжди може задовольнити конкретні потреби університету.
- Вартість реалізації. Впровадження автоматизованих систем планування може бути дорогим.

Програмне забезпечення для автоматизації розкладу університету має враховувати такі фактори:

– Розмір вашого закладу. Для невеликих установ програмне забезпечення для планування може не знадобитися. З іншого боку, великим установам знадобиться більш надійне рішення.

– Ваш бюджет. Якщо у вас обмежений бюджет, ви повинні вибрати програмне забезпечення для планування, яке відповідає вашим потребам.

– Ваші потреби. Чи є у вас якісь особливі потреби щодо програмного забезпечення для планування? Вам потрібне рішення, яке впорається зі складними графіками? Ви шукаєте просте у використанні рішення?

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів.

– Дослідження системи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів.

– Програмна реалізація системи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів.

*Об'єктом дослідження* є процес автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів.

*Предметом дослідження* є методи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії оптимізації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Використовуючи автоматизацію планування, університети можуть покращити досвід навчання приблизно. Окрім економії часу вчителів та адміністраторів, університети можуть надати студентам більш зручний та ефективний спосіб планувати зустрічі.

Щоб підвищити задоволеність студентів, автоматизацію планування можна використовувати такими способами:

#### **Прискорити процес вступу**

Ви можете автоматизувати запити на співбесіду та нагадування, щоб спростити процес подання заявки. Завдяки цьому університети можуть охопити більше кращих абітурієнтів і зробити процес подачі заяв більш ефективним.

#### **Підвищити доступність**

Автоматизація планування може спростити доступ до занять студентам з обмеженими можливостями чи іншими проблемами. Наприклад, студенти, які не можуть розмовляти по телефону, можуть записатися на зустріч онлайн за допомогою текстового повідомлення або онлайн.

#### **Легко організуйте відвідування університету**

Відвідування університету та орієнтація є невід'ємною частиною виведення нового студента на правильний шлях. Чудовий досвід навчання веде до кращого загального досвіду навчання в університеті в 35 разів більше, ніж поганий досвід.

Крім того, кількість неявок зменшується, коли студенти отримують автоматичні нагадування за допомогою текстових повідомлень та електронною поштою, тож вони з більшим хвилюванням і підготовкою до майбутніх занять.

### **Полегшіть планування зустрічей один на один**

Використання електронної пошти для планування зустрічі зі студентами є проблемою для професорів, асистентів і наукових радників. Студенти, які регулярно не перевіряють свою електронну пошту, можуть узагалі уникати зустрічей, коли планування лише електронної пошти займає багато часу. У минулому відкриті робочі години були традиційним рішенням, але без відвідувачів вони були марною тратою часу.

Процес автоматизації планування дозволяє студентам легко планувати зустрічі, а викладачі залишаються під контролем своїх розкладів.

### **Забезпечити більш зручний доступ до студентських служб**

Автоматизуючи планування, університети можуть зробити навчання, консультування та фінансову допомогу більш доступними для учнів. Студенти можуть використовувати цю систему, щоб отримати допомогу, коли вона їм потрібна, а також скоротити час очікування.

Зокрема, ви можете поділитися своїм посиланням для планування зі студентами, консультантами та випускниками. Їх бажаний час можна було забронювати миттєво. Ви можете надсилати автоматичні нагадування та подальші дії, щоб усі залишалися на одній сторінці.

### **Зменшити кількість неявок**

Надсилаючи автоматичні підтвердження та нагадування, автоматизація планування може зменшити неприбуття. Таким чином, університети можуть заощадити час і гроші, гарантуючи, що учні відвідуватимуть свої зустрічі. Крім того, це важливий навик, який вони можуть використовувати, коли починають працювати.

### **Підвищення рівня задоволеності студентів**

Більш імовірно, що учні будуть задоволені загальним враженням від навчання в університеті, якщо вони зможуть швидко й легко планувати зустрічі.

### **Поліпшити спілкування**

Автоматизуючи планування, студенти та співробітники можуть краще спілкуватися. У свою чергу, це може прискорити та спростити вирішення питань.

### **Створіть більш ефективне та продуктивне середовище**

Автоматизоване планування може допомогти університетам стати більш ефективними та продуктивними, звільняючи час співробітників. Результати студентів і співробітників можуть бути покращені в результаті.

### **Покращити збір і аналіз даних**

Можна збирати дані про використання студентами за допомогою автоматизації планування. Ці дані допомагають університетам і університетам покращити свої системи планування. Результатом є краще розуміння того, що потрібно студентам.

### **Збільшити прозорість**

Автоматизація планування для студентів може спростити процес перегляду доступних подій для планування та планування зустрічей. У результаті можна зменшити плутанину, розчарування та календарні конфлікти.

### **Виховуйте почуття спільності**

Автоматизуючи процес планування, студенти можуть підключатися до необхідних ресурсів. Автоматизація планування може призначати зустрічі з радниками, консультантами та іншими співробітниками.

### **Пам'ятки для академічних календарів**

Важливо, щоб студенти знали дати, коли вони можуть зареєструватися, відписатися та відмовитися від занять відповідно до своїх навчальних календарів. Навчальний календар потрібен не лише для планування свого часу, але й для управління часом.

Протягом навчального семестру та року студенти, викладачі та співробітники автоматично отримуватимуть нагадування про ключові дати завдяки автоматизації планування. Батьки, випускники та майбутні студенти також можуть виявити ці нагадування корисними.

Кілька прикладів того, як університеті та університети можуть покращити задоволеність студентів за допомогою автоматизації планування:

– Забезпечує студентам гнучкість. Програмне забезпечення для планування занять для вищих навчальних закладів дає змогу студентам вибирати організацію занять так, як вони хочуть. Система також дозволяє університетам змінювати вже створені розклади вручну у разі неминучих обставин або розкладів із фіксованим шаблоном. Пріоритетом завжди було забезпечення студентів заняттями, коли вони їм потрібні. Крім того, закладам часто важко виправдати очікування в цій сфері. На щастя, автоматизація планування може досягти цього.

– Автоматизація планування може допомогти вашому університету допомогти студентам домовитися про зустрічі з радниками, консультантами та іншими співробітниками. В результаті учні витратять менше часу на очікування в черзі. Студенти та співробітники також зможуть краще спілкуватися один з одним.

– Автоматизація може допомогти студентам планувати зустрічі з репетиторами та академічними консультаціями. У результаті студенти, швидше за все, будуть задоволені цими послугами. Це також може призвести до меншої кількості неявок.

– Можливість автоматизувати планування консультацій з фінансової допомоги для студентів. Дослідження показують, що фінансова допомога є важливим чинником того, чи студенти зараховуються до всіх видів шкіл. Це надає установам постійну можливість покращувати кількість і якість фінансової допомоги, яку вони надають, і обслуговування клієнтів, які вони надають. Таким чином, автоматизація планування може спростити процес фінансової допомоги для студентів. Це також зменшить час, який студенти проводять в очікуванні.

Наведені вище приклади є лише кількома способами, якими університеті та університети можуть покращити досвід студентів за допомогою автоматизації планування. Ймовірно, ми побачимо ще більше інноваційного використання цієї технології, оскільки вона продовжує розвиватися на користь студентів.

### **Як реалізувати автоматизацію планування**

Існує багато способів, за допомогою яких університеті та університети можуть автоматизувати планування. Ви можете розглянути можливість використання хмарної платформи планування, наприклад. На цих платформах є кілька функцій, які можуть допомогти спростити процес планування, зокрема:

- Автоматичне нагадування про зустрічі.
- Онлайн бронювання.
- Повідомлення можна надсилати та отримувати.

Ви також можете розробити власне рішення для планування. Цей варіант може бути дорожчим. Тим не менш, це дає університетам і університетам більше контролю над функціями планування.

Який би варіант не був обраний, у процес планування повинні бути включені студенти. Відгуки студентів можуть бути цінними для покращення функціональності та функцій системи планування. У результаті студенти та співробітники можуть бути впевнені, що система відповідає їхнім потребам.

Загалом автоматизація планування допомагає університетам і університетам створювати кращі умови для студентів.

Автоматизація може допомогти університетам зосередитися на речах, які важливіші для учнів. Крім того, вони можуть зробити планування зустрічей більш зручним і ефективним для студентів.

Зрештою це може призвести до підвищення задоволеності як для студентів, так і для персоналу, а також до покращення спілкування та більш ефективного та продуктивного робочого середовища.

### **Алгоритм складання розкладу занять**

Алгоритм складання розкладу завдань включає в себе наступні етапи:



- 1.1. Надаються вихідні дані для усіх курсів:
    - Кількість навчальних дисциплін для усіх курсів, розбиті по курсам.
    - Список навчальних груп по курсам.
    - Прізвища викладачів, які ведуть той, або інший курс.
    - Аудиторний фонд.
  - 1.2. На основі розкладу за попередній рік, формується таблиця у якій введений розклад за попередній навчальний рік.
  - 1.3. З пункту 1.2 формується аудиторний фонд, тобто вказуються зайняті аудиторії (номера аудиторій, назви груп, начальних предметів, ПІБ викладача).
  - 1.4 Складається новий розклад методом зсуву груп на 1 курс вище. Тобто дисципліни, які були наприклад у групі КІ-11-2, передаються групі КІ-12-2.
- Таким чином формується розклад занять на поточний рік. У цей розклад можливо вносити правки щодо назв дисциплін та ПІБ викладачів.
2. За закінченням навчального року, проводиться архівування у базу даних поточного розкладу занять.

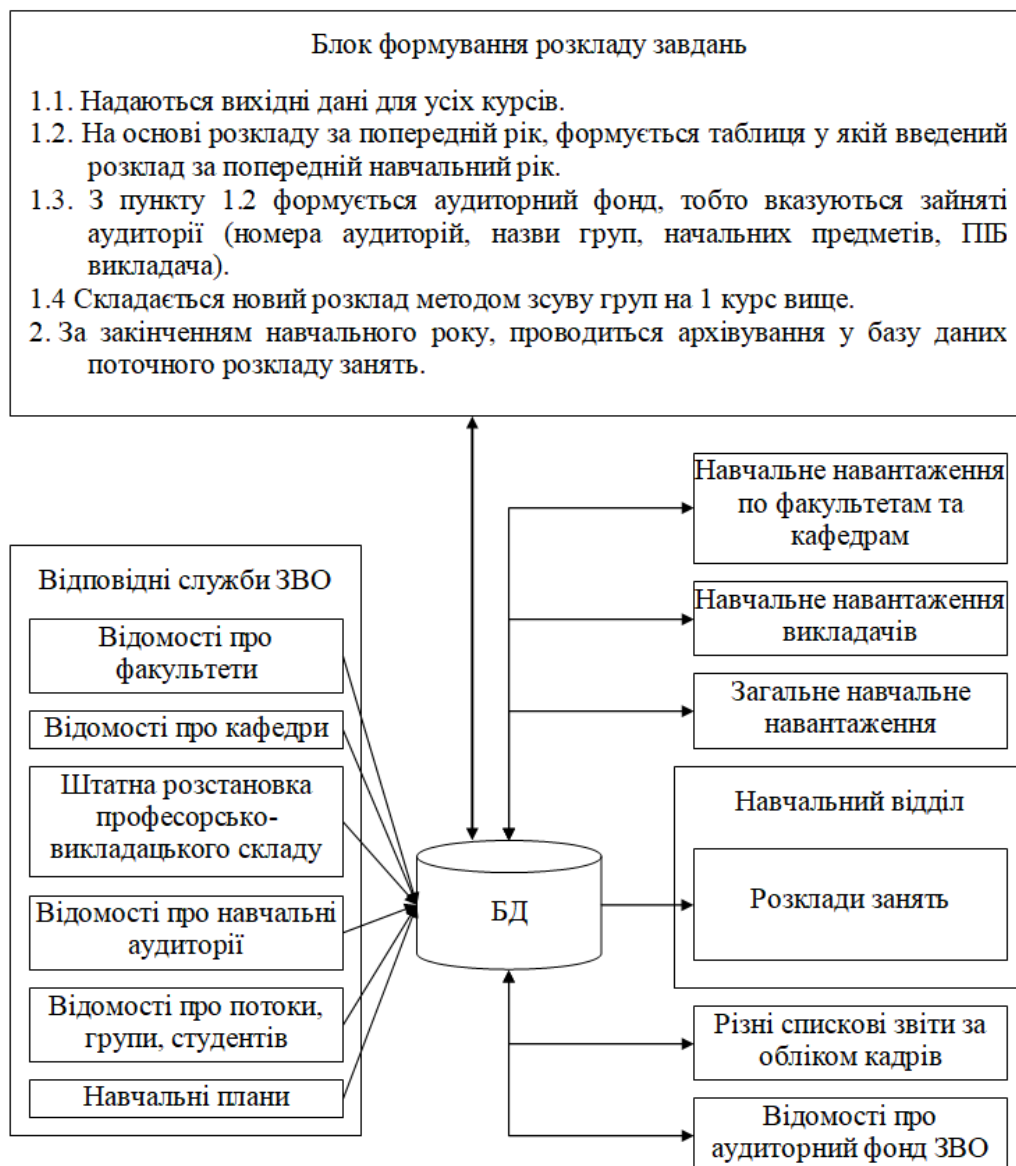


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Наведемо приклад, як сформувати розклад занять.

Планування розкладу занять – це можливість для студентів взяти на себе лідерство у своєму освітньому досвіді. Для деяких студентів планування розкладу в університеті буде вперше. Обсяг свободи вибору занять може бути захоплюючим і лякаючим водночас! Планування вашого розкладу також стане повчальним і ключовим моментом у вашій подорожі до університету.

Перш ніж почати, слід врахувати кілька ключових факторів:

- Чи зустрічалися ви з науковим керівником чи консультантом?
- Ти будеш вчитися в школі повний або неповний день?
- Чи складали ви вступні тести до університету?
- Чи є спеціальні курси, які ви повинні пройти?
- Скільки днів на тиждень ти хочеш бути в кампусі? Ви будете відвідувати онлайн-заняття?
- Чи є в будь-якому з класів, які ви хочете пройти, попередні або супутні вимоги?
- Чи є якісь із класів додаткові вимоги, такі як лабораторні роботи чи інші компоненти?
- Скільки часу вам доведеться приділяти шкільним заходам протягом семестру?
- Ви ранковий чи вечірній?
- Чи збалансували ви обов'язкові заняття з менш інтенсивними факультативами?
- Вам потрібні якісь спеціальні умови для занять, які ви вибрали?
- Чи плануєте ви альтернативні курси на випадок, якщо потрібні заняття недоступні?

### **Посідання університету, роботи та життя**

Відвідування занять, навчання, робота та знаходження часу для сім'ї, друзів і себе можуть бути складним розкладом для студентів університету, щоб збалансувати його. Те, як студент організовує навантаження на заняттях, може вплинути на його загальний успіх під час вступу до університету. Назви класів можуть нагадувати учням про класи середньої школи та про розклад занять у ті роки. Класи університету можуть проводитися лише раз на тиждень або не більше 5 разів на тиждень. Не всі заняття мають однакову суму кредиту або мають однакові вимоги до відвідуваності. Деякі класи, такі як біологія чи іспанська мова, ймовірно, будуть мати додаткові вимоги до лабораторних робіт, що означає, що студенту доведеться проводити додатковий час на території кампусу для цих лабораторних робіт. На заняття з письма знадобиться час, окрім підготовки, редагування та перегляду робіт. Багато вчителів вимагають електронного подання робіт/проектів. Студентам може знадобитися додатковий час для дотримання термінів подання.

Будучи новим студентом університету, було б гарною ідеєю брати менше занять на початку, щоб дізнатися, що означатимуть заняття в університеті для вашого повсякденного життя. Студенти, які працюють повний робочий день, можуть почати з 1 або 2 класів. Ви можете виявити, що можете впоратися з більшим, коли навчитеся керувати часом уроків і роботою. Консультант або консультант може допомогти вам прийняти це рішення. Обов'язково включайте заняття, які вас цікавлять, а також обов'язкові заняття.

Над чим варто подумати: у таблиці нижче показано рекомендовану кількість годин, яку студент має навчатися на тиждень, залежно від кількості отриманих кредитів. Викладацький склад часто пропонує мінімум 2-3 години позакласної роботи на кредитну годину.

### **Що потрібно робити під час навчання?**

Чесно кажучи, за останні пару років у вищій освіті так багато змінилося. Ви можете запитати себе, чому дві-три години? Навчальні ресурси, інструменти та служби підтримки студентів різко змінилися за останнє десятиліття. Щось незмінне – це важливість навчання. Якщо ви виявите, що не знаєте, чим зайнятися поза аудиторією, переключіть свою увагу з навчальних годин на завдання. Нижче наведено кілька орієнтованих на завдання прикладів.

- Перепишіть замітки своїми словами.

- Включіть рефлексію. Як цей матеріал пов'язаний із матеріалом, який ви вивчали раніше.
- Упорядкуйте свої нотатки та інформацію. Створення концептуальних карт.
- Порівняйте свої записи з однолітками.

Де знаходиться інформація про клас?

У каталозі університету будуть описи конкретних класів, а розклад університету на кожен семестр буде місцем, де можна знайти спосіб проведення занять (особисто, змішано, vsm чи онлайн), дні, час і місце проведення занять. Не всі заняття пропонуються кожного семестру, і деякі потрібно вивчати послідовно.

Типи занять, які пропонуються в Університеті:

- Особисто (віч-на-віч): ці класи зустрінуться на кампусі.
  - Гібрид: поєднання особистої зустрічі та онлайн.
  - Зустрічі віртуального класу: Ці класи збираються онлайн через платформу.
  - Онлайн усі ці заняття онлайн. Протягом курсу учні працюють самостійно.
- Осіній і весняний семестри включають 16, 12 і 2-8 тижневих сесій (занять).

Як читати систему нумерації курсів

Курси позначаються предметом і номером. Щоб шукати курси під час планування розкладу занять, ви, як правило, використовуєте предмет і номер розділу, щоб визначити курс, а не назву курсу.

Університет використовує номери розділів, які ідентифікують конкретні розділи пропонованого класу. Студенти використовують номери секцій для реєстрації на заняття.

Після того, як ви вибрали конкретну програму навчання, проконсультуйтеся з консультантом, щоб отримати вказівки щодо послідовності курсів, які потрібно пройти, та/або знайдіть курси, необхідні для вашої програми навчання, щоб дізнатися, чи є в них попередні або супутні вимоги.

### **Планування освіти**

Також акцентовано увагу на важливості освітнього планування. Навчальні плани, розроблені з консультантом або радником, допомагають студентам визначити та вивчити програму навчання та, як доведено, сприяють успіху студентів. Студенти можуть слідувати навчальним планам, як дорожній карті, щоб вони могли бачити, як завершити необхідні заняття в найбільш ефективному та логічному порядку відповідно до їхніх навчальних цілей. Освітнє планування може здатися простим: визначити програму навчання, а потім з'ясувати, які курси потрібні для її завершення.

Однак часто це може бути надзвичайно складним. Багато студентів мають кілька цілей. Одного студента може зацікавити більше ніж одна з цих цілей: здобути кілька наукових ступенів, перейти до чотирирічного університету чи університету, виконати передумови для аспірантури, розпочати неповнолітню школу або виконати вимоги для кількох шкіл для переведення.

Студенти також мають різні сильні сторони. Деякі можуть добре знати англійську. Деякі учні відмінники в математиці. Інші можуть бути сильними в науці, мистецтві та гуманітарних науках або соціальних науках. Планування освіти враховує ці сильні сторони (і проблеми). Студентів заохочують рано вивчати англійську та математику. Порядок проходження курсів для студентів з різними сильними сторонами може відрізнятись, навіть якщо студенти мають однакову мету. Універсального рішення для всіх не існує.

Освітнє планування може ускладнюватися наявністю курсів, які пропонує університет чи університет, процесом, у якому студент може зареєструватися на ці курси, і тим, які розділи вписуються в розклад студентів. Оцінювання стенограми (якщо студенти відвідували попередні університети чи університети), оцінка відповідного рівня англійської чи математики та попередні процедури перевірки також можуть сприяти проблемі ефективного планування освіти.

Крім того, студенти мають різні пріоритети. Деякі студенти хочуть досягти своїх цілей за певний проміжок часу. Іншим студентам, можливо, доведеться працювати повний

робочий день і брати менше кредитів кожного семестру. Освітнє планування також може враховувати інтереси, навички, цінності, особистість студентів або направлення підтримки студентів. Вимоги до середнього балу для здобуття ступеня студента, переведення або спеціальних програм також враховуються в освітньому плануванні.

Хоча деякі учні можуть знати, чим вони хочуть займатися у своїй кар'єрі, і знають це з п'ятирічного віку, багато студентів не впевнені в тому, що вони хочуть робити. Часто студенти не знають, як вибрати спеціальність. Спеціалізація — це сфера, в якій студенти будуть спеціалізуватися в університеті чи університеті. Завершення спеціальності вимагає проходження курсів у вибраній концентрації, і присуджуються ступені, які співвідносяться зі спеціальностями студентів. Наприклад, мій ступінь бакалавра соціології означає, що моєю спеціальністю була соціологія.

Це нормально, якщо ви не знаєте, яку спеціальність ви хочете вивчати, коли вступите в університет, але я пропоную ретельно дослідити варіанти та звузити їх до короткого списку з двох або трьох. Розмова з консультантом, відвідування Центру кар'єри вашого університету або участь у курсі розвитку кар'єри можуть допомогти прийняти рішення.

Сімдесят відсотків студентів змінюють спеціалізацію принаймні один раз під час навчання в університеті, а більшість змінять фах щонайменше тричі. Для студентів важливо знайти найкращу спеціальність для них, але ці зміни можуть зробити попередні навчальні плани застарілими.

Через складний характер освітнього планування консультант або програмний радник може надати велику цінність для студентів, допомагаючи у створенні навчального плану, спеціально для кожного окремого студента. Якщо ви ще цього не зробили, я настійно рекомендую вам зустрітися з консультантом або програмним радником і продовжувати робити це часто (один раз на семестр, якщо це можливо).

Нижче наведено посилання на аркуші планування студентів, у яких описано курси та вимоги до ступенів, необхідні для отримання студентами бажаного ступеня. Настійно рекомендується, щоб студенти проводили оцінювання свого ступеня в MYACCESS і тісно співпрацювали з консультантом або консультантом для відповідного планування кожного семестру.

Організація є важливою частиною успіху студента університету. Одним з важливих аспектів організації є знання важливих дат для ваших занять і університету в цілому. Академічні терміни мають значення! Дедлайни в університеті можуть бути **негнучкими**. Вони можуть мати наслідки для фінансової допомоги та оцінювання, які неможливо скасувати. Студент повинен знати ключові дати протягом семестру. Відповідальність за знання важливих дат лежить на учневі. У програмі курсу, яку ви отримуєте для кожного класу, який ви відвідуєте, будуть важливі дати для цього конкретного класу. Університет розміщуватиме важливі дати в академічному календарі школи.

Приклади ключових дат, які варто знати для університету:

- Коли починається і закінчується семестр?
- Чи є канікули чи закриття кампусу під час семестру?
- Коли останній день, щоб залишити курс із повним поверненням коштів?
- Коли останній день, коли можна внести зміни у свій графік?
- Коли останній день, щоб кинути урок?
- Коли тиждень фіналів і який розклад на цей тиждень?

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів; Досліджена система автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за

другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». *CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312*, 2022, pp. 47-58.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
4. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*. Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
10. Smirnov, O., Driieva, H., Driieva, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
14. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588*, P. 90-106, 2019.
15. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», *10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019*; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», *10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019*; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine*, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.



19. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
21. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
22. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція “Інформаційна безпека та комп'ютерні технології”, м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.

УДК 004

С. Ергашев, магістр гр. КІ-22М-1,

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ SSD ДИСКУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ LIFE LEFT

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left. Об'єктом дослідження є процес моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left. Предметом дослідження є методи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left. Методи дослідження базуються на методах архітектури комп'ютерів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Розвиток технологій дозволяє змінити думку про ненадійність SSD-дисків. Звичайно, їхній технологічний ресурс може бути трохи нижчий, ніж в SAS або SATA. Але їхній незаперечний плюс – блискавична швидкість роботи – перекидає не тільки це, але і їхні невеликі обсяги й високу вартість.

SSD-диски дуже добре показують себе в умовах, коли швидкість роботи додатків більше важлива, ніж дисковий простір. Наприклад, інтернет-магазини або великі інтернет-портали, які виростили з ресурсів віртуального хостингу й віртуальних серверів. Різні ігрові сервера також не вимогливі до обсягу дискового простору, але вкрай залежні від продуктивності.

А під резервні копії можна з успіхом використовувати зовнішній диск для резервних копій.

У жорстких дисків є певний ресурс, при виробітку якого він виходить із ладу й стає непрацездатний.

Якщо у випадку з SATA-диском проблем з діагностикою не виникає, то в SSD – ще досить молодій технології, виникають проблеми й невідповідність інформації. Не всі виробники дотримуються якихось загальноприйнятих стандартів, тому параметри S.M.A.R.T. можуть відрізнитися не тільки в показниках, але й у наявності самих параметрів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left.
- Дослідження системи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left.
- Програмна реалізація системи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left.

*Об'єктом дослідження* є процес моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left.

*Предметом дослідження* є методи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left.

*Методи дослідження* базуються на методах архітектури комп'ютерів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

### **Виклад основного матеріалу.**

Як відомо, SSD займає місце HDD з його високою продуктивністю. Тому більшість людей використовують SSD як диск операційної системи. Насправді, що стосується SSD VS HDD, SSD має більше переваг. Хоча SSD є швидкими та кращими, вони досить крихкі.

Виходячи з цього факту, вам слід час від часу запускати інструмент перевірки стану SSD або програми оптимізації. Завдяки цьому ви зможете максимізувати продуктивність і термін служби вашого SSD.

### **Що робить інструмент перевірки стану SSD**

Зараз на ринку є багато програм для тестування SSD, які можуть похвалитися різними функціями для керування SSD. Якщо бути конкретним, що робить інструмент перевірки стану SSD? Для більшості інструментів перевірки працездатності SSD їх можна використовувати для перевірки швидкості передачі SSD, вимірювання продуктивності SSD, оптимізації SSD тощо. Деякі з них навіть дозволяють безпечно стерти SSD.

Враховуючи цей факт, вам краще уважно прочитати опис програмного забезпечення, щоб перевірити, чи містить воно потрібну вам функцію.

Нижче надано більше інформації про те, що виконує інструмент перевірки стану SSD.

### **Перевірте стан SSD**

Перше, що робить інструмент перевірки працездатності SSD, це повідомляє вам, наскільки справний ваш SSD. Деякі інструменти перевірки працездатності SSD покажуть вам поточний стан вашого SSD і дадуть вам статус працездатності, наприклад Crystal Disk Info.

У той час як інші, такі як MiniTool Partition Wizard Free Edition, можуть визначити, скільки пошкоджених секторів на вашому SSD, що може вказувати на стан вашого SSD. Одним словом, за допомогою цих інструментів ви можете легко перевірити, чи ваш SSD справний.

### **Оптимізуйте продуктивність SSD**

Деякі інструменти SSD дозволяють виконувати збір сміття та інші параметри, які можуть покращити продуктивність накопичувача.

Більшість інструментів перевірки працездатності SSD дозволяють оптимізувати або налаштувати ваш SSD для різних вимог, як-от Intel SSD Toolbox, Samsung Magician тощо. Однак ви можете помітити, що деякі способи можуть покращити продуктивність накопичувача ціною втрати певної ємності.

### **Перевірте швидкість SSD**

Однією з основних функцій інструментів перевірки працездатності SSD є тест SSD/Disk, який може вимірювати продуктивність вашого SSD шляхом тестування швидкості передачі SSD. Ви дізнаєтесь, чи точні дані запису/читання, надані виробником, після перевірки швидкості вашого SSD.

Простіше кажучи, ви матимете приблизне уявлення про продуктивність свого SSD.

### **Безпечне видалення SSD**

Якщо твердотільний накопичувач містить конфіденційну інформацію та його потрібно стерти, стерти дані на диску – мудра операція. Проблема полягає в тому, що багато інструментів SSD видаляють дані, перезаписуючи диск багато разів, викликаючи збій доступу до областей зберігання. Наприклад, блоки можуть бути позначені як погані, або як блоки надмірного забезпечення та вирівнювання зносу.

Хоча деякі інструменти безпечного стирання SSD пропонують доступ до процедури безпечного стирання на основі апаратного забезпечення. Під час цього процесу контролер

SSD гарантує, що все сховище, включаючи області, до яких неможливий звичайний і прямий доступ, може бути повністю очищено.

На ринку доступно багато інструментів перевірки стану SSD. Який вибрати? У цьому дописі представлено 8 найкращих тестувальників SSD. Ви можете взяти їх як орієнтир.

### **8 найкращих інструментів перевірки працездатності SSD**

1. MiniTool Partition Wizard.
2. Intel SSD Toolbox.
3. Samsung Magician.
4. Crystal Disk Info.
5. Smartmonotools.
6. Hard Disk Sentinel.
7. Toshiba SSD Utility.
8. SSD Life

#### **MiniTool Partition Wizard**

MiniTool Partition Wizard – це потужний інструмент для керування розділами та перевірки працездатності SSD, який може допомогти вам відформатувати диск, відновити відсутні дані, проаналізувати використання диска, перенести ОС на SSD /HD тощо. Функція **Disk Benchmark** дає змогу вимірювати продуктивність диска, використовуючи змінні розміри передачі та довжини тестів як для послідовного, так і для випадкового читання/запису.

Крім того, ви можете завершити всю операцію в кілька кліків. За допомогою цього чудового інструменту тестування SSD ви можете перевірити контролери RAID будь-якого виробника, контролери накопичувачів, жорсткі диски та SSD-накопичувачі. Однак, якщо розмір передачі має великий діапазон, весь процес тестування може зайняти деякий час.

Після завантаження та встановлення MiniTool Partition Wizard виконайте наведені нижче кроки, щоб виконати операцію тестування диска.

**Крок 1.** Запустіть майстер розділів MiniTool, щоб увійти в його основний інтерфейс.

**Крок 2:** Клацніть **Disk Benchmark** у верхній частині головної сторінки.

**Крок 3:** У спливаючому вікні ви можете встановити параметри тестування диска HD/SSD, включаючи тестовий диск, розмір передачі, номер черги, час охолодження, номер потоку, загальну довжину та режим тестування відповідно до ваших вимог. Після цього натисніть «Пуск», щоб виконати операцію.

**Крок 4:** Дочекайтеся завершення операції. Різні налаштування тесту можуть зайняти різний час. Після завершення операції ви отримаєте інтуїтивно зрозумілу таблицю, як показано на малюнку нижче.

Як бачите, MiniTool Partition Wizard дозволяє з легкістю виконувати тест SSD. Крім того, ви можете переглянути результати безпосередньо. Тому, будь ласка, не зволікайте, завантажуйте його.

#### **Intel SSD Toolbox**

Intel SSD Toolbox – це частина програмного забезпечення для керування накопичувачами, яка дає змогу контролювати стан вашого накопичувача, оцінювати його ресурс, що залишився, а також атрибути SMART. Він може виконувати швидко та повне діагностичне сканування для перевірки функцій читання та запису твердотілого накопичувача Intel.

Крім того, це дозволяє оновлювати мікропрограму підтримуваного твердотілого накопичувача Intel і покращувати продуктивність твердотілого накопичувача Intel за допомогою функції **Trim**. Тоді ви зможете отримати найкращу продуктивність, енергоефективність і довговічність Intel SSD, перевіряючи та регулюючи налаштування системи.

За допомогою Intel SSD Toolbox ви можете виконати безпечно видалення вторинного твердотілого накопичувача Intel. Ось і всі функції Intel SSD Toolbox.

### **Samsung Magician**

Порівняно з Intel SSD Toolbox, Samsung Magician є більш складним. Це тому, що він більше схожий на пакет керування, ніж на просту програму. Samsung Magician дозволяє створювати профілі, налаштовувати оцінки продуктивності та встановлювати максимальну сміність і надійність.

Якщо ви хочете уникнути несумісності з операційною системою, ви можете або оновити прошивку, або завантажити Magician. Власне, оптимізація та діагностика – його основні функції. Те, що Samsung Magician пропонує через режим RAID, є виділеним пунктом.

Режим RAID може використовувати 1 ГБ DRAM вашої системи як кеш для гарячих даних або даних, до яких часто звертаються. Таким чином покращиться загальна продуктивність, особливо швидкість читання.

Що ще важливіше, якщо ви не задоволені результатами діагностики та тестами, ви можете продовжувати оптимізувати свій твердотільний накопичувач Samsung для поточної ОС за допомогою функції **оптимізації ОС** у Samsung Magician.

### **Crystal Disk Info**

Crystal Disk Info – це відкрите програмне забезпечення, яке може надати вам інформацію про стан і температуру вашого SSD або HDD. Це один із безкоштовних інструментів, який має можливість збирати точні дані для обох типів накопичувачів і працювати з дисками всіх виробників.

У той же час для вас також надається загальна інформація. Crystal Disk Info дозволяє перевіряти оновлення прошивки, деталі портів, розмір буфера, швидкість читання та запису, енергоспоживання та інформацію SMART. Ви можете легко перевірити швидкість SSD через нього.

Більше того, ви також можете використовувати його для невеликих налаштувань керування живленням і сповіщень. Єдиним недоліком Crystal Disk Info є те, що він не працює в системах на базі Linux і не може виконувати оновлення мікропрограми.

### **Smartmonotools**

Smartmonotools містить дві утиліти (smartctl і smartd), які допоможуть контролювати та контролювати жорсткий диск. Він пропонує моніторинг жорсткого диска в режимі реального часу. Більше того, він аналізуватиме та інформуватиме вас про можливу деградацію та збій диска.

Smartmonotools підтримує диски ATA/ATAPI/SATA-3 до -8 і диски SCSI та пристрої типу. Ви можете запустити цей дисковий інструмент у Mac OS X, Linux, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, Solaris, OS/2, Cygwin, QNX, eComStation, Windows і Live CD.

### **Hard Disk Sentinel**

Hard Disk Sentinel – це інструмент моніторингу жорсткого диска, який підтримує операційні системи Windows, Linux і Dos. Він призначений для пошуку, діагностики та усунення проблем із SSD. Disk Sentinel також може показати вам справний стан SSD. Він може сканувати внутрішній або зовнішній SSD, підключений через USB або e-SATA, і знаходити потенційні проблеми. Після цього він створить звіти з можливими виправленнями для виправлення помилок.

Після встановлення Hard Disk Sentinel він працюватиме у фоновому режимі та автоматично перевірятиме стан SSD. Якщо він виявить будь-яку помилку, він негайно повідомить вас. За допомогою цього інструменту моніторингу SSD ви можете перевірити швидкість передачі жорсткого диска в реальному часі.

Зробивши це, ви дізнаєтесь про тестування свого диска, потенційні збої жорсткого диска, а також зниження продуктивності.

### **Toshiba SSD Utility**

Якщо ви зараз використовуєте OCZ SSD, Toshiba SSD Utility, можливо, є найкращим програмним забезпеченням, яке ви можете використовувати незалежно від вашої операційної системи. За допомогою Toshiba SSD Utility ви можете контролювати свій SSD у режимі



реального часу та дуже швидко отримувати інформацію про SSD, включаючи стан SSD, ресурс, що залишився, обсяг пам'яті та загальну продуктивність.

Крім того, його також можна використовувати як менеджер дисків і інструмент оптимізації. Ви можете перемикатися між декількома режимами залежно від вашого SSD або передбачуваного використання вашої установки, як-от ігри, робоча станція, редагування відео тощо. Використовуючи ці попередньо встановлені режими, ви можете покращити продуктивність накопичувача та збільшити термін його служби в різних випадках.

**Порада:** Toshiba SSD Utility не працюватиме на 32-розрядних системах.

### **SSD Life**

Термін служби SSD головним чином зосереджується на справності та залишковому ресурсі SSD замість інших показників. Він чудово сумісний із основними виробниками твердотільних накопичувачів, такими як власний твердотільний накопичувач Apple MacBook Air. Це дозволяє запускати діагностику стану SSD, терміну служби та загальної продуктивності. SSD Life повідомить вам точні результати та будь-які важливі недоліки, які можуть вплинути на залишок терміну служби або швидкість читання/запису.

Однак безкоштовна пробна версія триває лише сім днів і має обмеження щодо деяких функцій. Після закінчення терміну дії пробної версії вам потрібно буде оплатити її для подальшого використання.

SSD – це тип запам'ятовуючого пристрою, який використовує флеш-пам'ять NAND для зберігання даних. На відміну від традиційних жорстких дисків (HDD), які мають обертові диски та рухомі головки читання/запису, SSD не мають рухомих частин. Це робить їх швидшими, довговічнішими та енергоефективнішими. SSD зазвичай використовуються в ноутбуках, настільних комп'ютерах та інших пристроях, де швидкість і надійність мають вирішальне значення.

Твердотільні накопичувачі (SSD) революціонізували спосіб зберігання даних, запропонувавши вищу швидкість і більшу надійність порівняно з традиційними жорсткими дисками. Однак багато користувачів все ще задаються питанням про термін служби своїх SSD. У цій статті описано фактори, які впливають на термін служби твердотільного накопичувача, як перевірити залишок ресурсу твердотільного накопичувача та поради щодо продовження терміну служби. Ми також порівняємо термін служби твердотільних і жорстких дисків, щоб отримати повну картину.

### **Що визначає термін служби SSD?**

Щоб зрозуміти термін служби SSD, необхідно знати фактори, які впливають на тривалість роботи SSD. Основні детермінанти включають тип флеш-пам'яті NAND, цикли запису та стирання, загальні моделі використання тощо.

Типи флеш-пам'яті NAND: SSD використовують флеш-пам'ять NAND, яка буває різних типів:

- SLC (однорівнева комірка).
- MLC (багаторівнева комірка).
- TLC (трирівнева комірка).
- QLC (чотирьохрівнева комірка).

SLC має найвищу довговічність, а QLC, будучи дешевшим, має найменшу. Тому, вибираючи SSD, варто звернути увагу на таку детальну інформацію.

Цикли запису та стирання: кожна комірка в SSD має кінцеву кількість циклів програмування/стирання (P/E), перш ніж вона стане ненадійною. Загалом твердотільні накопичувачі споживчого рівня зазвичай підтримують приблизно від 1000 до 3000 циклів P/E, тоді як твердотільні накопичувачі корпоративного класу можуть обробляти до 100 000 циклів. Ця різниця означає, що корпоративні твердотільні накопичувачі зазвичай працюють довше при інтенсивному використанні порівняно зі споживчими моделями.

Щоденне використання та робоче навантаження: спосіб використання SSD також відіграє важливу роль. Для типових повсякденних завдань, таких як перегляд веб-сторінок, робота з документами та потокове відео, SSD можуть працювати багато років без проблем.

Однак, якщо ви часто виконуєте важкі операції запису, такі як редагування відео або запуск віртуальних машин, SSD може швидше зношуватися.

Специфікації виробника: Варто зазначити, що SSD мають рейтинг загальної кількості записаних байтів (TBW). Цей рейтинг вказує на кількість даних, які ви можете записати на диск, перш ніж він, швидше за все, вийде з ладу. Наприклад, SSD з рейтингом TBW 150 ТБ означає, що ви можете записати на нього 150 терабайт даних протягом терміну служби. Ця цифра може дати вам приблизну оцінку того, як довго прослужить SSD на основі ваших моделей використання.

### **Як перевірити залишковий ресурс вашого SSD?**

Як дізнатися, чи мій SSD зношується? Як визначити, що мій SSD вмирає? Тепер давайте обговоримо ознаки того, що ваш SSD може зношуватися. Одним з перших показників є зниження продуктивності. Ви можете помітити, що файли зберігаються довше або ваш комп'ютер стає менш чуйним. Крім того, ви можете отримувати попередження від операційної системи про проблеми з приводом.

Окрім спостереження за ознаками, ми також можемо вручну перевірити стан SSD і оцінити залишковий термін служби. Отже, знати, як відстежувати стан свого SSD, має вирішальне значення для запобігання можливим збоєм. Більшість твердотільних накопичувачів підтримують технологію SMART (технологія самоконтролю, аналізу та звітування), до якої можна отримати доступ за допомогою різних програмних засобів. Ці інструменти, як-от DiskGenius Free Edition або фірмові інструменти виробника (наприклад, Samsung Magician для SSD-накопичувачів Samsung), можуть відображати такі показники, як загальна кількість записаних байтів (TBW), кількість вирівнювань зносу, термін служби, що залишився, і загальний відсоток працездатності вашого SSD.

Система зберігання даних у наші дні є основним «вузьким місцем» комп'ютера. Саме тому стільки надій сьогодні пов'язане з SSD, які можуть ефективно помножити продуктивність накопичувачів. Якщо ви встановите твердотільний накопичувач навіть у дешевий нетбук, то його чуйність збільшиться набагато сильніше, ніж якби ви подвоїли його оперативну пам'ять.

SSD – відносно нова технологія (принаймні, якщо порівнювати з жорсткими диском, яким здійснилося майже 60 років). Тому логічно порівнювати SSD і HDD.

### **Здоров'я SSD**

На відміну від жорстких дисків, у світі SSD усе більш виразно. Флеш-пам'ять, на основі якої побудовані SSD диски, має точно відомий ресурс використання – 10000 перезаписів (спрощено говорячи, точне число залежить від використовуваного в SSD типу пам'яті). Всі диски містять у собі мікропрограму, що стежить за рівномірним використанням всіх комірок пам'яті й відслідковує, скільки перезаписів був зроблений, який ресурс, що залишився, SSD диску. У підсумковому виді саме ці дані й повідомляються мікропрограмою диску в одному з параметрів S.M.A.R.T. с красномовною назвою SSD Life Left (Залишилося життя SSD) або Media wear out indicator (Показник зношування носія) – і саме цей параметр у зручному й зрозумілому для користувача виді відображає програма SSDLife.

Деякі виробники приводять загальний обсяг записаного на диск як один з показників терміну служби диску. Наприклад, Intel на диски X 25-M дає гарантію на загальний обсяг запису близько 37 Тбайт (20 Гбайт у день у плинні 5 років).

Варто відзначити, що Intel збирається випустити 500-ю серію твердотільних накопичувачів King Cres у третьому кварталі 2015, а в четвертому кварталі ще й 700-ю серію Taylorsville (100 ГБ, 200 ГБ, 400 ГБ, 800 ГБ), 300-ю серію накопичувачів Jay Crest і Oak Crest. Незважаючи на те, що SSD накопичувачі коштують значно дорожче HDD дисків, саме перехід на SSD є тенденцією 2023 року.

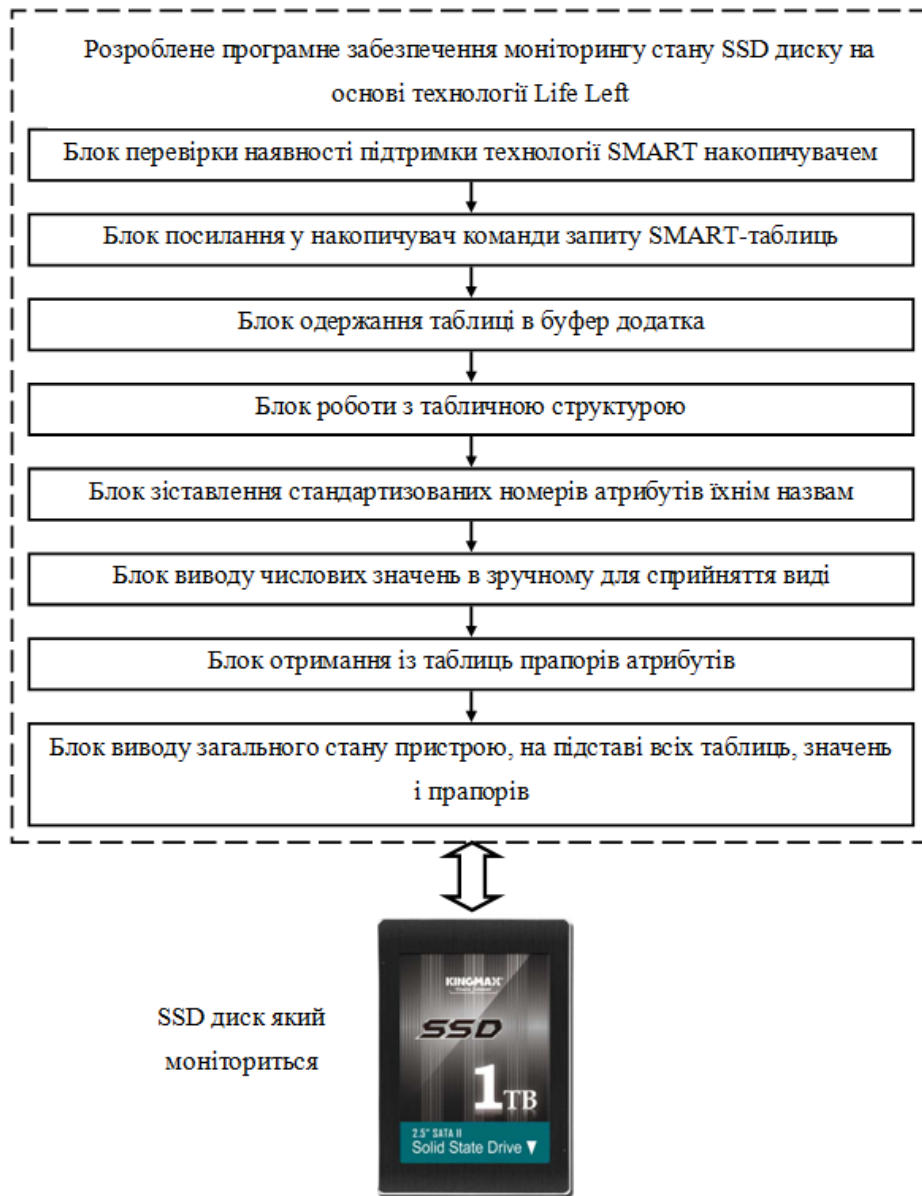


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Зараз виробники жорстких дисків готуються прийняти до використання новий варіант технології S.M.A.R.T. – "1024 S.M.A.R.T.", характерною рисою якого буде помітно більший розмір журналів, повсюдне використання мультисекторних журналів, більше точні алгоритми аналізу показань убудованих у SSD диск сенсорів (термодатчики, сенсори ударів, і т.п.) і багато чого іншого. От кілька нових функцій:

- введення алгоритму аналізу температурного режиму SSD диску;
- введення обмеження по мінімальній і максимальній температурі в робочому стані;
- введення лічильника загальної кількості записаних секторів протягом життєвого циклу SSD диску;
- введення лічильника запусків внутрішніх алгоритмів відновлення (recovery counters).

Головним же плюсом можна вважати введення нових атрибутів, які дозволять контролювати стан і робочі характеристики по кожній з головок читання/запису:

- відносна стійкість (стабільність "польоту") головки;
- виправлення помилок читання (з "схованими" повторними спробами);
- автоматичний перерозподіл дефектних ділянок поверхні при операціях запису;

- лічильник-SSD диск G-List для обліку кількості прийнятих ударних навантажень;
- лічильник-SSD диск S-List для обліку загальної кількості "програмних" помилок.

На рисунку 1 зображена структурна схема розробленої системи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left.

Структурна схема складається з наступних блоків:

- Блок перевірки наявності підтримки технології SMART SSD диском.
- Блок посилання у SSD диск команди запиту SMART-таблиць.
- Блок одержання таблиці в буфер додатка.
- Блок роботи з табличною структурою, що витягає з них номери атрибутів і їхні числові значення.
- Блок зіставлення стандартизованих номерів атрибутів їхнім назвам (іноді – залежно від типу, моделі або фірми-виробника HDD).
- Блок виводу числових значень в зручному для сприйняття виді.
- Блок отримання із таблиць прапорів атрибутів (ознаки, що характеризують призначення атрибута в рамках конкретної firmware SSD диску, наприклад, «життєво важливий» або «лічильник»).
- Блок виводу загального стану пристрою, на підставі всіх таблиць, значень і прапорів.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left; Досліджена система моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання моніторингу стану SSD диску на основі технології Life Left. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
2. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
3. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
4. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхусейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
5. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція "Інформаційна безпека та комп'ютерні технології", м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
6. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
7. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.

8. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
9. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральнотуркранський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
11. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральнотуркранський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
12. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
13. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
14. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
15. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. Збірник наукових праць ІІ міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційна безпека та комп’ютерні технології”, м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
16. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. International Conference «information technologies, systems and networks ITSН-2017». Chisinau, Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces “Alexandru cel Bun”. 2017. P7.
17. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. Науково-практичний журнал кібербезпеки (SPCSJ) № 1. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.
18. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв’язку. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.
19. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Рябой Д.К., Рябая О.В. Модель вузла комутації з відносними пріоритетами, резервуванням ресурсів і обліком реальної надійності обслуговуючих приладів. Збірник тез всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Автоматика та комп’ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті». м. Кропивницький. 16-17 листопада 2017 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. – С. 198-199.
20. Смірнов О.А., Коваленко О.В. Використання псевдобулевих методів бівалентного програмування для управління ризиками розробки програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв’язку. – Випуск 1 (37). - Полтава: ПолтНТУ. - 2016. - С. 98-103.
21. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Формалізація процесу проектування тестових наборів. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 3 (48). - Харків: ХУПС. - 2016. - С.96-100.
22. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Удосконалення методу перевірки коректності таблиць рішень для подання тестових наборів. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 8 (145). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 77-80.



УДК 004

**Б.Золотухін, магістр гр. КІ-22М-1,**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ДАНИМИ ЗОВНІШНІХ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ З ІНТЕРФЕЙСОМ USB 3.0

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0. Об'єктом дослідження є процес управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0. Предметом дослідження є методи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0. Методи дослідження базуються на методах теорії архітектури персональних комп'ютерів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Зовнішні жорсткі диски, флеш-накопичувачі (USB) і карти пам'яті – усі ці пристрої роблять резервне копіювання та обмін даними дуже простими. Вони стають більш цінними, оскільки сучасне навчання, робота та життя переповнені даними.

Завдяки високій місткості, невеликому розміру та портативності вони є чудовими варіантами для передачі або перегляду даних з одного ПК на інший. Однак що станеться, якщо ви втратите або загубите будь-який із цих пристроїв?

У багатьох випадках це призведе до витоку даних. Цих порушень даних можна уникнути, якщо ви зашифруєте свої зовнішні жорсткі диски або USB-накопичувачі.

У разі шифрування хакерам важко отримати доступ до даних, які містять ці пристрої, якщо їх викрадуть або заблукають.

Зовнішні жорсткі диски, флеш-накопичувачі (USB) і карти пам'яті спрощують резервне копіювання та обмін даними. Однак якщо ви втратите або загубите будь-який із цих пристроїв, це може призвести до витоку даних.

Цих порушень даних можна уникнути, якщо ви зашифруєте свої зовнішні жорсткі диски або USB-накопичувачі. У разі шифрування хакерам важко отримати доступ до даних, які містять ці пристрої, якщо їх викрадуть або заблукають.

Проведені дослідження показали, що одним з найбільш перспективних напрямків управління даними з ціллю збереження конфіденційності інформації на зовнішніх носіях, зокрема на зовнішніх жорстких дисках інтерфейсу USB 3.0, є використання потокових шифрів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом usb 3.0.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.

– Дослідження системи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.

– Програмна реалізація системи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.

*Об'єктом дослідження є процес управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.*

*Предметом дослідження є методи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.*

*Методи дослідження базуються на методах теорії архітектури персональних комп'ютерів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.*

**Виклад основного матеріалу.** USB-накопичувачі та ключі, маленькі, здавалося б, нешкідливі пристрої, які ми часто використовуємо для передачі файлів або зберігання даних, стали мимовільними спільниками в руках зловмисників. Потенційний вплив USB-атак тільки посилюється зі збільшенням віддаленої роботи та хмарного сховища. Оскільки працівники часто підключають USB-пристрої до корпоративних мереж або персональних комп'ютерів, ризик мимовільного запровадження зловмисного програмного забезпечення чи шкідливого коду зростає.

Незважаючи на зосередженість на загрозах ШІ та фішингових атаках, USB-накопичувачі та ключі продовжують використовуватися для проникнення в системи та компрометації конфіденційних даних. У цій статті досліджується відродження USB-атак і пропонується уявлення про ефективні стратегії запобігання.

#### **Чому USB-атаки повертаються**

Зловмисники адаптують тактику, щоб обійти традиційні засоби захисту, переглядаючи атаки на основі USB через їхню ефективність і низький рівень виявлення. USB-пристрої поширені в особистих і професійних налаштуваннях і надають широкі можливості для проникнення. Використовуючи людські помилки та довіру, групи загроз використовують уразливості USB, такі як функції автоматичного запуску та легке втручання, для легкого проникнення в системи.

Недавні інциденти, висвітлені в основній презентації Майї Горовіц на CPX 2024, служать гострим нагадуванням про відновлення атак через USB. Групи загроз, такі як китайська Samago Dragon і російська Gamaredon, продемонстрували незмінну актуальність USB-пристроїв як основних переносників інфекції. Ці інциденти підкреслюють постійну загрозу, яку становлять атаки на основі USB, і посилюють потребу організацій і окремих осіб залишатися пильними.

#### **Розуміння методів атак USB**

USB-атаки можуть приймати різні форми, від використання людської цікавості до розповсюдження заражених дисків у громадських місцях. Основні методи атаки включають атаки натисканням клавіші, перепрограмування мікропрограми та атаки з відкиданням USB, кожна з яких призначена для компрометації систем і викрадення конфіденційних даних.

#### **Ін'єкція натискання клавіші**

Цей тип атаки маніпулює функціями USB-пристроїв, щоб імітувати натискання клавіш у цільовій системі. Це часто досягається за допомогою спеціально створених USB-пристроїв, таких як емулятори HID (Human Interface Device) або гумові пристрої. Зловмисники попередньо завантажують на ці пристрої шкідливі сценарії або корисні навантаження, які імітують введення користувача, наприклад введення команд або виконання макросів. При підключенні до комп'ютера жертви USB-пристрій емулює введення з клавіатури, минаючи традиційні заходи безпеки та потенційно виконуючи зловмисні команди або запускаючи зловмисне програмне забезпечення.

#### **Перепрограмування прошивки**

Перепрограмування мікропрограми передбачає зміну мікропрограми USB-пристрою з метою введення шкідливого коду або зміни його функціональності. Зловмисники можуть

використовувати уразливості в мікропрограмі USB-пристроїв, щоб отримати несанкціонований доступ або контроль над пристроєм. Перепрограмувавши прошивку, зловмисники можуть імплантувати бекдори, руткіти або інші форми зловмисного програмного забезпечення на USB-пристрій, дозволяючи їм постійно заражати системи під час підключення.

### **USB Drop Attacks**

USB-атаки передбачають стратегічне розміщення заражених USB-накопичувачів або пристроїв у громадських місцях, де нічого не підозрюють особи можуть знайти та підключити їх до своїх комп'ютерів. Зловмисники можуть маскувати ці пристрої як загублені або покинуті, використовуючи людську цікавість і вроджене бажання досліджувати та потенційно використовувати знайдені об'єкти. Після підключення до комп'ютера жертви заражений USB-пристрій може виконувати зловмисний код, використовувати вразливості або запускати атаки соціальної інженерії для отримання несанкціонованого доступу до системи.

### **Останні загрози USB-накопичувача для 2024 року**

Варті уваги загрози, такі як зараження зловмисним програмним забезпеченням SOGU, зараження зловмисним програмним забезпеченням SNOWYDRIVE і зараження WispRider, підкреслюють еволюцію загроз на основі USB. Ці шкідливі кампанії спрямовані на різні галузі промисловості та використовують складні методи проникнення в мережі та компрометації систем.

### **Шкідливе зараження SOGU**

Варіант зловмисного програмного забезпечення SOGU розроблено для того, щоб залишатися непомітним і уникати виявлення традиційним антивірусним програмним забезпеченням. Коли USB-накопичувач, заражений шкідливим програмним забезпеченням SOGU, підключений до системи, він може виконувати шкідливий код, викрадати конфіденційну інформацію або встановлювати канали несанкціонованого доступу.

### **SNOWYDRIVE Зараження шкідливим програмним забезпеченням**

Цей складний варіант зловмисного програмного забезпечення здатний поширюватися через USB-накопичувачі та використовувати вразливі місця в цільових системах. SNOWYDRIVE може використовувати різні методи, такі як безфайлове виконання або поліморфний код, щоб уникнути виявлення та компрометації систем. Після активації SNOWYDRIVE може викрадати дані, встановлювати бекдори або сприяти віддаленому доступу, створюючи значний ризик для безпеки та цілісності уражених мереж.

### **Інфекція WispRider**

Зловмисне програмне забезпечення WispRider вправно обходить традиційні заходи безпеки та використовує USB-пристрої як засіб проникнення. WispRider може використовувати передові методи обфускації або використовувати вразливості нульового дня, щоб непомітно зламати системи. Це створює серйозну загрозу для конфіденційності, цілісності та доступності цільових систем і даних.

### **Найкращі методи запобігання атак через USB**

Для подолання атак через USB потрібен багаторівневий підхід, який поєднує технологічні рішення з обізнаністю користувачів і проактивними заходами безпеки. Нижче наведено кілька практичних порад щодо запобігання атакам через USB:

#### **Впроваджуйте рішення безпеки кінцевих точок**

Використовуйте антивірусне програмне забезпечення та системи EDR для виявлення та блокування зловмисної активності, що походить від пристроїв USB.

#### **Розповідайте користувачам про ризики**

Розкажіть співробітникам про ризики підключення невідомих USB-пристроїв і заохочуйте їх повідомляти про підозрілу діяльність персоналу служби безпеки ІТ.

### **Вимкніть функцію автозапуску**

Запобігайте автоматичному виконанню програм, вимкнувши функцію автозапуску в операційних системах Windows, зменшуючи ризик розповсюдження шкідливих програм через USB-накопичувачі.

### **Регулярно оновлюйте системи**

Переконайтеся, що операційні системи, додатки та програмне забезпечення безпеки регулярно оновлюються, щоб усунути прогалини в безпеці та зменшити ризик використання USB.

### **Використовуйте інструменти безпеки USB**

Розгортайте рішення для моніторингу USB кінцевої точки та програмне забезпечення для керування пристроями, щоб застосовувати політики, відстежувати активність USB і блокувати неавторизовані пристрої або файли.

### **Роль зашифрованих USB-пристроїв**

Зашифровані USB-пристрої, такі як ті, що пропонує DataLocker, відіграють вирішальну роль у зменшенні ризиків атак USB. Забезпечуючи сумісне з FIPS 140-2 шифрування та постійну безпеку, зашифровані USB-пристрої DataLocker гарантують захист конфіденційних даних навіть у разі атаки через USB.

### **Відповідність стандарту FIPS 140-2**

Зашифровані USB-пристрої від DataLocker відповідають Федеральним стандартам обробки інформації (FIPS) 140-2, широко визнаному стандарту для криптографічних модулів. Ця відповідність гарантує, що алгоритми шифрування та механізми безпеки, які використовуються пристроями DataLocker, відповідають суворим вимогам безпеки, встановленим урядовими установами та органами галузевих стандартів.

### **Постійна безпека**

Зашифровані USB-пристрої DataLocker забезпечують постійні функції безпеки, які допомагають запобігти несанкціонованому доступу до конфіденційних даних. Ці функції можуть включати апаратне шифрування, автентифікацію пароля та можливості віддаленого керування.

### **Керування пристроєм USB**

DataLocker пропонує SafeConsole, комплексне програмне забезпечення для керування пристроями для централізованого керування та моніторингу зашифрованих USB-пристроїв, розгорнутих в організації. SafeConsole дозволяє адміністраторам застосовувати політики безпеки, віддалено налаштовувати параметри пристрою та відстежувати використання та активність пристрою.

### **Зменште ризики USB і загрози безпеці шляхом впровадження зашифрованих USB-пристроїв**

Оскільки USB-атаки продовжують створювати значні ризики для окремих осіб і організацій, впровадження надійних заходів запобігання є першорядним. Використовуючи зашифровані USB-пристрої та приймаючи постійну безпеку, компанії можуть ефективно зменшити ризики атак USB і захистити конфіденційні дані.

У роботі пропонується використання жорсткого диску Verbatim Store n Go.

Портативний жорсткий диск Verbatim Store n Go оснащений високопродуктивним накопичувачем за допомогою інтерфейсу USB 3.0 «Super Speed». USB 3.0 забезпечує до 10 разів більшу швидкість передачі даних, ніж USB 2.0 (на основі швидкості шини USB), забезпечуючи надшвидку передачу даних у дорозі.

Зберігайте та переносьте свої цифрові та повсякденні файли на цьому справді мобільному накопичувачі. Його стильний дизайн акуратно розміщується на сучасному столі як ідеальне доповнення до вашого ноутбука.

Портативний жорсткий диск Store n Go живиться від шини USB 3.0 (1 x інтерфейс USB 3.0), але зворотно сумісний з будь-якими портами USB 2.0 на вашому ПК чи ноутбуці. Привід не вимагає зовнішнього живлення для роботи; просто plug n play.

Диски ємністю 2 ТБ або менше відформатовані у FAT32, що дозволяє їм негайно працювати в Windows і Mac OSx. Диски об'ємом понад 2 ТБ відформатовано у NTFS, яка сумісна з системами Windows, але від користувачів Mac потрібно переформатувати диск у HFS+, щоб зробити їх повністю сумісними з операційними системами Mac OSx. Форматування HFS+ можна застосувати за допомогою Verbatim VHD Formatter, який є на диску.

Для додаткової безпеки надається програмне забезпечення Nero Backup, яке допоможе створити резервну копію жорсткого диска вашого ноутбука чи ПК. Резервне копіювання надає програму для резервного копіювання всіх ваших файлів, папок і дисків у будь-який час або за плануванням автоматичного резервного копіювання на встановлений час для додаткової безпеки.

Програма Nero Backup Software сумісна з Windows XP, Vista, Windows 7, Windows 8 і Windows 10 (не сумісна з Mac OS).

Портативні жорсткі диски Verbatim Store 'n' Go також постачаються з програмним забезпеченням для збереження енергії Green Button. Програмне забезпечення Green Button призупиняє обертання жорсткого диска, коли він не використовується, підвищуючи ефективність і заощаджуючи енергію.

Є 3 варіанти «Налаштування сну». Встановіть режим призупинення на ввімкнення через 10 хвилин використання або з кроком від 10 хвилин до 120 хвилин. Налаштуйте диск на негайне призупинення, двічі клацнувши піктограму зеленої кнопки на робочому столі, або ви можете встановити диск у режим «Ніколи не призупиняти диск».

Деталі продукту:

– Ємність: 1 ТБ.

– Інтерфейс: USB 3.0.

– Розміри: 119 мм x 81 мм x 14,5 мм.

– Вага продукту: 158 г.

– Висока швидкість, велика ємність зберігання. Швидке та безпечне рішення для розширення пам'яті або резервного копіювання файлів.

– USB 3.0 SuperSpeed - для надшвидкої передачі даних.

– USB plug 'n' play (додаткове живлення не потрібне).

– Програма резервного копіювання Nero.

– Програмне забезпечення для енергозбереження

– USB REC & PLAY\* - підтримує запис/відтворення USB

\*може бути недоступним у деяких країнах.

### **Потокові шифри засновані на РЗЛЗЗ. Ускладнення**

На жаль, вихідна послідовність РЗЛЗЗ легко передбачувана. Так, знаючи 2L знаків вихідної послідовності, легко знайти вихідне заповнення регістра, вирішивши систему лінійних рівнянь.

Уважається, що для криптографічного використання вихідна послідовність РЗЛЗЗ повинна мати наступні властивості:

– великий період;

– високу лінійну складність;

– гарні статистичні властивості.

Існує кілька методів проектування генераторів ключового потоку, які руйнують лінійні властивості РЗЛЗЗ і тим самим роблять такі системи криптографічно більш стійкими:

– використання нелінійної функції, що поєднує виходи декількох РЗЛЗЗ;

– використання нелінійної фільтруючої функції для вмісту кожного осередку єдиного РЗЛЗЗ;

– використання виходу одного РЗЛЗЗ для керування синхросигналом одного (або декількох) РЗЛЗЗ.

Нелінійна комбінація генераторів

Відомо, що кожна булева функція:



$$f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

може бути записана як сума за модулем 2 добутків порядків  $m$  незалежних змінних:

$$0 \leq m \leq n.$$

Це вираження називається алгебраїчною нормальною формою функції  $f$ . Нелінійним порядком функції  $f$  називається максимальний порядок членів у записі її алгебраїчної нормальної форми.

### Генератор Геффа

У цьому генераторі використовуються три РЗЛЗЗ, об'єднані нелінійним образом. Довжини цих регістрів:

$$L_1, L_2, L_3,$$

попарно прості числа.

Нелінійну функцію для даного генератора можна записати в такий спосіб:

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1x_2 \oplus (1 + x_2)x_3 = x_1x_2 \oplus x_2x_3 \oplus x_3.$$

Довжина періоду:

$$(2^{L_1} - 1) \cdot (2^{L_2} - 1) \cdot (2^{L_3} - 1).$$

Лінійна складність:

$$L = L_1 \cdot L_2 + L_2 \cdot L_3 + L_3.$$

Генератор Геффа криптографічнослабшає, тому що інформація про стани генераторів РЗЛЗЗ 1 і РЗЛЗЗ 3 утримується в його вихідній послідовності.

Генератор на нелінійному фільтрі

Вихід кожного осередку подається на вхід деякої нелінійної булевої фільтруючої функції  $f$ . Припустимо, що фільтруюча функція порядку  $m$ , тоді лінійна складність потоку ключів не більше:

$$L_m = \sum_{i=1}^m \binom{L}{i}.$$

Генератори засновані на керуванні синхросигналом

У нелінійних комбінаціях генераторів і генераторах на нелінійних фільтрах переміщення даних у всіх РЗЛЗЗ контролюється одним синхросигналом.

Основна ідея функціонування розглянутого типу генераторів – внести нелінійність у роботу генераторів потоку ключів, заснованих на РЗЛЗЗ, шляхом керування синхросигналом одного регістра вихідною послідовністю іншого.

Є 2 типи генераторів заснованих на керуванні синхросигналом:

- генератор змінного кроку;
- стискаючий генератор.

### Генератор змінного кроку

РЗЛЗЗ 1 використовується для керування пересуванням бітів двох інших РЗЛЗЗ 2 і 3.

Алгоритм роботи:

1. Регістр РЗЛЗЗ 1 синхронізований зовнішнім синхросигналом.
2. Якщо на виході регістра РЗЛЗЗ 1 одиниця, то на регістр РЗЛЗЗ 2 подається синхросигнал, а РЗЛЗЗ 3 повторює свій попередній вихідний біт (для початкового моменту часу попередній вихідний біт РЗЛЗЗ 3 приймається рівним 0).
3. Якщо на виході регістра РЗЛЗЗ 1 нуль, то на регістр РЗЛЗЗ 3 подається синхросигнал, а РЗЛЗЗ 2 повторює свій попередній вихідний біт (для початкового моменту часу попередній вихідний біт РЗЛЗЗ 2 також приймається рівним 0).
4. Вихідна послідовність бітів генератора зі змінним кроком є результатом застосування операції побітового АБО, що виключає, до вихідних послідовностей регістрів РЗЛЗЗ 2 і РЗЛЗЗ 3.

Збільшення безпеки генераторів зі змінним кроком:

– довжини регістрів РЗЛЗЗ 1, РЗЛЗЗ 2, РЗЛЗЗ 3 повинні бути обрані попарно простими числами;

– довжини цих регістрів повинні бути близькими числами.

Стискаючий генератор

Контролюючий регістр РЗЛЗЗ 1 використовується для керування виходом РЗЛЗЗ 2.

Алгоритм:

– Регістри РЗЛЗЗ 1 і РЗЛЗЗ 2 синхронізовані загальним синхросигналом.

– Якщо вихідний біт РЗЛЗЗ 1 дорівнює 1, вихід генератора формується вихідним бітом регістра РЗЛЗЗ 2.

– Якщо вихідний біт РЗЛЗЗ 1 дорівнює 0, вихідний біт регістра РЗЛЗЗ 2 відкидається.

Стискаючий генератор простий, масштабуємий й має гарні захисні властивості. Його недолік полягає в тому, що швидкість генерації ключа не буде постійною, якщо не прийняти деяких обережностей.

Для збільшення безпеки стискаючого генератора:

– довжини регістрів РЗЛЗЗ 1 і РЗЛЗЗ 2 повинні бути взаємно простими числами;

– бажано використовувати сховане з'єднання між регістрами РЗЛЗЗ 1 і РЗЛЗЗ 2.

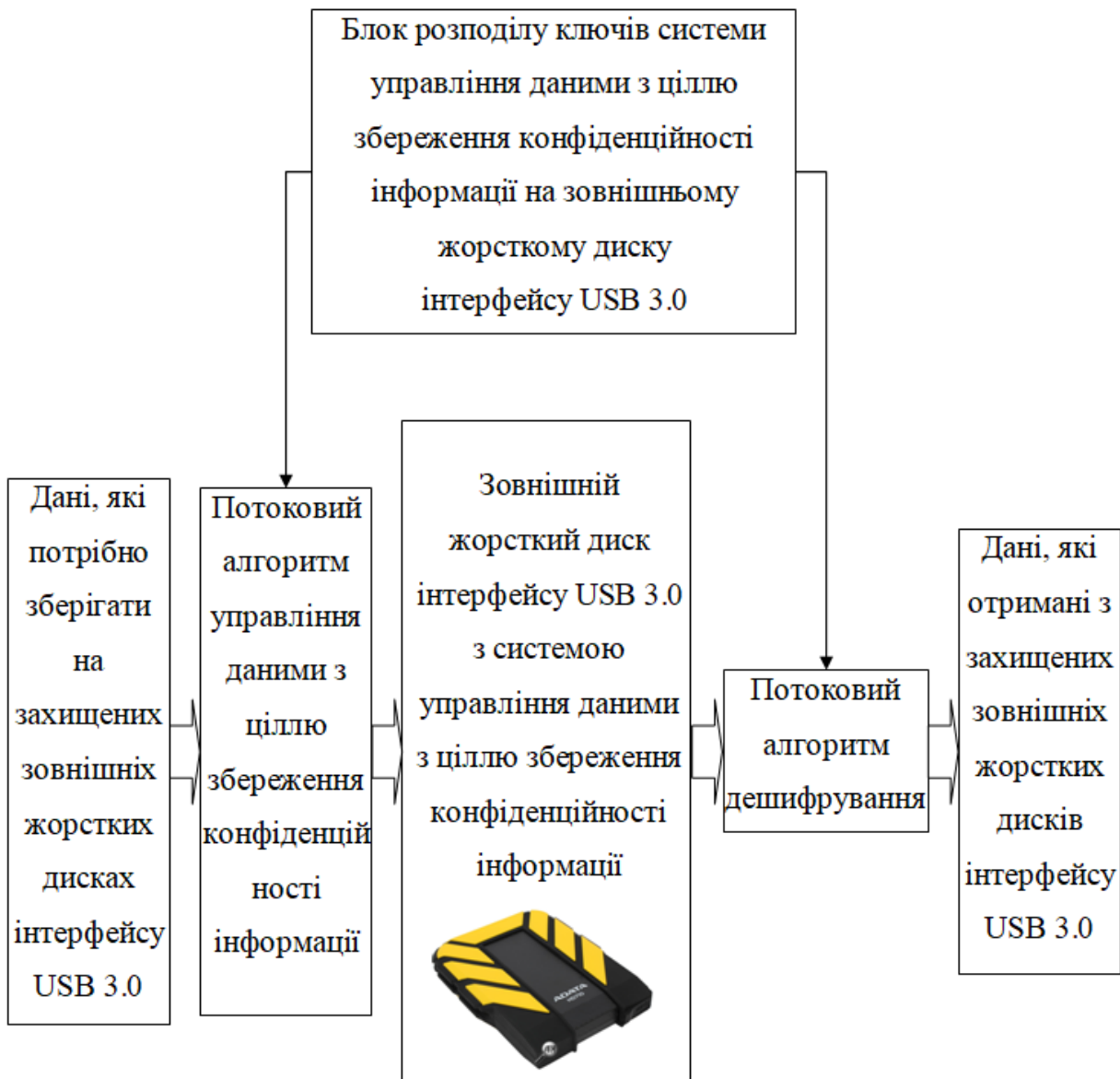


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Структурна схема зображена на рисунку 1. У процесі управління даними з ціллю збереження конфіденційності інформації використовується певний алгоритм управління даними з ціллю збереження конфіденційності інформації, на вхід якому подаються вихідні незашифровані дані, називані також plaintext, і ключ. Виходом алгоритму є зашифровані дані, називані також ciphertext. Ключ є значенням, що не залежить від шифруємих даних. Зміна ключа повинна приводити до зміни зашифрованого повідомлення.

Зашифровані дані зберігаються на зовнішньому жорсткому диску інтерфейсу USB 3.0 й передаються одержувачеві, при читанні даних з зовнішнього жорсткого диску інтерфейсу USB 3.0. Одержувач перетворить зашифровані дані у вихідні незашифровані дані за допомогою алгоритму дешифрування даних з ціллю збереження конфіденційності інформації й того ж самого ключа, що використовувався при шифруванні, або ключа, легко одержуваного із ключа управління даними з ціллю збереження конфіденційності інформації.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.

- Досліджена система управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.

- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0.

Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kandiy, S., Smirnova, T., Prokopov, S., Bilanovych, A. «New Cost Function for S-boxes Generation by Simulated Annealing Algorithm». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023. vol 180. pp. 310-320. Springer, Cham.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kandiy, S., Smirnov, O., Ulianovska, Y., Kobylanska, O. «Heuristic Search for Nonlinear Substitutions for Cryptographic Applications». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023. vol 180. Springer, Cham. pp. 288-298.
3. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 93-105.
4. Kuznetsov O., Frontoni E., Kuznetsova Ye., Smirnov O., Chevardin V. «Achieving Enhanced Security in Biometric Authentication: A Rigorous Analysis of Code-Based Fuzzy Extractor». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3624, 2023, pp. 330-339.
5. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
6. Kuznetsov, O., Kandiy, S., Frontoni, E., Smirnov, O. «Trade-offs in Post-Quantum Cryptography: A Comparative Assessment of BIKE, HQC, and Classic McEliece». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3504, 2023, pp. 1-11.
7. Smirnov, O., Neskoriadiya, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiya, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
8. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, KL., Vuppalapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) *Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
9. Smirnov O.A., Al-Oraiqat A.M., Ulichev O.S., Meleshko Ye.V., Al-Rawashdeh H.S., Polishchuk L.I. «Modeling strategies for information influence dissemination in social networks». *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* Volume 13, Issue 5. Springer, Cham. 2022, pp. 2463-2477.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using

- Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
  12. Smirnov O., Kuznetsov A., Girzheva O., Kiian A., Nakisko O., Kuznetsova T. «Advanced Code-Based Electronic Digital Signature Scheme». 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020, Kharkiv, 6 October 2020-9 October 2020, P. 358-362.
  13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova K. «Data hiding scheme based on spread sequence addressing». CEUR Workshop Proceedings Volume 2805, 2020, Pages 44-58.
  14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
  15. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
  16. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
  17. Smirnov O., Kuznetsov A., Arischenko A., Chepurko I., Onikiychuk A., Kuznetsova T. «Pseudorandom sequences for spread spectrum image steganography». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 122-131.
  18. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
  19. Smirnov O., Lutsenko M., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T., «Biometric cryptosystems: overview, state-of-the-art and perspective directions». Lecture Notes in Networks and Systems, vol 152. Springer, Cham. 2021, pp 66-84.
  20. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
  21. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Babenko V., Perevozova I., Chepurko I. «New Approach to the Implementation of Post-Quantum Digital Signature Scheme». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 166-171.
  22. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
  23. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.

УДК 004

**В.Івандюк, магістр гр. КІ-22М-2,***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІРТУАЛІЗОВАНИМИ ХМАРНИМИ ЦЕНТРАМИ ОБРОБКИ ДАНИХ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Об'єктом дослідження є процес управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Предметом дослідження є методи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Українські компанії вже склали загальне уявлення про особливості хмар і тепер прагнуть зрозуміти, як їх можна використовувати й чи варто переходити до нової моделі. При оптимістичному сценарії, уже через кілька років багато вітчизняних організацій будуть здобувати ІТ як сервіс, однак поки хмарні сервіси займають дуже малу частку українського ринку ІТ. Проте вибір пропозицій – від здачі податкової звітності до комунікаційних сервісів і оренди обчислювальних потужностей – уже є, хоча й невеликий. Поступово замовники переходять від обговорення можливостей хмарної моделі до тестування й першим пілотним впровадженням, а по деяких видах хмарних сервісів клієнтська база швидко збільшується. Стимулом служить пошук нових ринків, потреба в більше ефективних підходах до розвитку ІТ, необхідність скорочення витрат і зниження фінансових ризиків. В 2025 році в Україні можна чекати росту кількості й розмаїтості пропонованих хмарних сервісів.

Орієнтиром залишається закордонний ринок, де цілий ряд великих компаній широко використовують власні приватні хмари, а багато організацій малого й середнього бізнесу всерйоз розглядають можливість відмови від традиційної моделі ІТ-інфраструктури на користь публічних хмарних сервісів. За даними закордонних опитувань, більше 60% респондентів розробляють стратегію впровадження хмар, а третина вже активно експлуатує їх. За прогнозами Gartner, до 2016 року понад половину держпослуг у світі буде надаватися із хмар.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.
- Дослідження системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.



– Програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

*Об'єктом дослідження* є процес управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

*Предметом дослідження* є методи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних.

*Методи дослідження* базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Віртуалізація має потенціал для значного зниження загальної вартості володіння центрами обробки даних і підвищення гнучкості розгортання для робочих навантажень загального призначення. Якщо поточні тенденції збережуться, центр обробки даних майбутнього буде значною мірою віртуалізований. Базова платформа в такому центрі обробки даних складатиметься з фізичних хостів, які запускають гіпервізори, а робочі навантаження виконуватимуться на віртуальних машинах на цих платформах.

З точки зору керування системою, віртуалізоване середовище дає змогу реалізувати ряд нових робочих процесів у центрі обробки даних. Ці робочі процеси включають операції на самих фізичних хостах, такі як оновлення гіпервізора, а також операції на віртуальних машинах, такі як зміна конфігурації або повернення зі знімків. У той час як традиційна конструкція центру обробки даних зосереджена на компромісах між ціною та можливостями для додатків кінцевого користувача, що працюють у центрі обробки даних, ми стверджуємо, що робоче навантаження на керування цими робочими процесами має бути враховано при проектуванні віртуалізованого центру обробки даних.

У цій статті ми досліджуємо дані реальних віртуалізованих розгортань, щоб охарактеризувати загальні робочі процеси керування та оцінити їхній вплив на використання ресурсів у центрі обробки даних. Ми показуємо, що, незважаючи на те, що багато додатків для кінцевих користувачів досить низькі щодо вимог до введення-виведення, робоче навантаження керування має значні вимоги до мережі та дискового введення-виведення. Ми показуємо, що навантаження на керування масштабується зі збільшенням обчислювальної потужності в центрі обробки даних. Нарешті, ми обговорюємо наслідки цього робочого навантаження керування для центру обробки даних.

Використання хмарних обчислень стрімко зростає, і віртуалізація відіграє ключову роль у хмарних центрах обробки даних. Віртуалізація дозволяє одночасно працювати декільком віртуальним машинам, покращуючи використання апаратного забезпечення [1]. Через динамічний характер хмарних ресурсів розширені методи планування є важливими для ефективного розподілу завдань, задоволення потреб додатків та оптимізації використання ресурсів [2]. Методи планування зосереджені на покращенні таких показників, як надійність, час відгуку, доступність, енергоефективність, вартість і використання ресурсів [3]. Крім того, розширені хмарні ресурси, такі як обчислення Fog і Edge, що підтримують пристрої IoT, розглядають розташування ресурсу для міграції віртуальних машин, контейнерів або даних між вузлами [4, 5]. Неадекватне планування може призвести до надмірного або недостатнього використання ресурсів, що призводить до марної витрати ресурсів або зниження продуктивності [6].

Щоб вирішити цю проблему, були розроблені розширені алгоритми планування з використанням евристичних, метаевристичних і гібридних методів. Методи динамічного розподілу ресурсів також спрямовані на оптимізацію використання ресурсів, враховуючи численні цілі та обмеження [7]. Однак суперечливі вимоги програми та складність робочого навантаження роблять розподіл ресурсів постійною проблемою [8]. Зі зростаючими вимогами клієнтів і обмеженими ресурсами розробка ефективних моделей і стратегій залишається надзвичайно важливою, що стимулює постійні дослідження інноваційних рішень.

Міграція віртуальних машин – це широко використовуваний метод керування віртуальними машинами шляхом їх переміщення між хостами всередині або між центрами

обробки даних. Міграція віртуальної машини має важливе значення для оптимізації використання ресурсів, забезпечення високої доступності та балансування робочого навантаження між хостами в хмарних середовищах. Зазвичай це відбувається, коли хост відчуває перевантаження ресурсів або недостатнє використання, або коли потреби віртуальної машини в ресурсах перевищують потужність хоста. Міграція також відбувається під час планового технічного обслуговування, подій відмовостійкості або для підвищення енергоефективності шляхом консолідації віртуальних машин на хостах із меншим енергоспоживанням [9]. Забезпечення мінімальних збоїв у роботі під час міграції має вирішальне значення, і для вирішення цієї проблеми були розроблені методи живої міграції віртуальних машин, що забезпечує безперебійне перенесення з мінімальним часом простою.

Процес міграції починається з оцінки та планування, коли система оцінює використання ресурсів і вибирає відповідний хост призначення. Фаза міграції передбачає передачу стану віртуальної машини, включаючи пам'ять, ЦП і сховище, використовуючи такі методи, як попереднє копіювання [10] або післякопіювання [11]. Під час цього етапу конфігурації мережі оновлюються відповідно до нового хоста. Після завершення міграції віртуальна машина запускається на цільовому хості, а ресурси вихідного хосту звільнюються. Постійний моніторинг забезпечує безперебійну роботу та вирішує будь-які проблеми після міграції.

Ефективне управління віртуальними ресурсами та планування мають вирішальне значення для оптимізації використання центру обробки даних при одночасному зниженні витрат і задоволенні вимог ринку [12]. Підтримка стабільності центру обробки даних вимагає чіткого розуміння стану системи та використання методів інтелектуального планування. Аналізуючи дані глобальної та локальної міграції, можна приймати більш точні рішення щодо планування та міграції віртуальної машини. Точна інформація про статус у режимі реального часу є важливою для ефективного, безпечного та своєчасного прийняття рішень, що веде до кращої консолідації серверів, балансування навантаження та оптимізованого розподілу ресурсів.

У централізованому хмарному управлінні глобальний менеджер збирає дані про стан із усіх центрів обробки даних за допомогою періодичних завантажень або локальних надсилань, зберігаючи їх у центральній базі даних. Потім алгоритми планування використовують ці дані для оптимізації рішень. Однак ця модель стикається з проблемами, такими як вузькі місця зв'язку, окремі точки збою, ризики безпеки та суперечки через оновлення транзакцій [13]. Ці проблеми вимагають ретельної оцінки та пом'якшення, щоб забезпечити продуктивність у великих розподілених системах. Управління розподіленою хмарою пропонує більш ефективну та безпечну альтернативу [14]. Кожен центр обробки даних підтримує копію статусів інших, синхронізованих для відображення останніх оновлень віртуальної машини та центру обробки даних. Ця модель зменшує накладні витрати на зв'язок і забезпечує прямий зв'язок між центрами, оптимізуючи планування та розподіл ресурсів.

Хмарні та периферійні обчислення змінили інтернет-програми та служби, але стикаються з проблемами в обміні даними, співпраці та безпеці. Традиційні централізовані архітектури часто не відповідають потребам сучасної цифрової інфраструктури. Blockchain, децентралізована та захищена від втручання розподілена книга, пропонує засновану на довірі альтернативу, забезпечуючи безпечні та економічно ефективні транзакції без центральної влади. Його розподілена структура добре підходить для хмарних/граничних обчислень, вирішуючи проблеми конфіденційності даних, безпеки та децентралізації, одночасно підвищуючи ефективність у масштабованих середовищах. Потенціал Blockchain охоплює різні сектори, включаючи IoT, охорону здоров'я, електронне голосування та соціальні мережі.

Для передачі даних REST API домінують у промислових і академічних умовах, особливо для моніторингу журналів шляхом отримання на вимогу або періодичного надсилання. Такі інструменти, як Prometheus і Grafana, обробляють збір, зберігання та

візуалізацію журналів [15]. У таких системах, як Nova [16] і Cloud Foundry [17], обчислювальні вузли публікують журнали через REST API для централізованого керування. Однак цей централізований підхід має проблеми з безпекою, масштабованістю та великими обсягами зв'язку в розподілених хмарних середовищах. Розподілене керування на основі блокчейну долає ці обмеження, забезпечуючи безпечний і ефективний зв'язок між вузлами. Це зменшує кількість помилок, покращує процес прийняття рішень і забезпечує кращу масштабованість у великих хмарних системах.

Основний внесок цього дослідження полягає в покращенні планування та міграції віртуальних машин у хмарних центрах обробки даних шляхом забезпечення ефективного та безпечного обміну характеристиками віртуальних машин між різними хмарними центрами обробки даних. Технологія блокчейн інтегрована в модель управління розподіленою хмарою. Вузли блокчейну розподіляються між хмарними центрами обробки даних і діють як безпечний і ефективний реєстр для інформації про стан центру обробки даних. Він оптимізує міграцію через глобальну мережу шляхом безпечного й ефективного обміну інформацією про стан усіх центрів обробки даних. Завдяки своїй незмінній природі він забезпечує узгодженість віртуальних машин і копій стану центрів обробки даних у всіх центрах обробки даних. У цьому типі моделі керування всі центри обробки даних працюють разом у плануванні віртуальної машини в центрах обробки даних, беручи до уваги планування як WAN, так і LAN. Цей підхід мінімізує потенційно несприятливі наслідки операцій планування WAN. Крім того, ми представляємо модель централізованого керування хмарою на основі VPN, яка базується на визначеннях централізованих систем. Центральна база даних, яка знаходиться в централізованому глобальному хмарному менеджері, використовується для збереження стану всіх віртуальних машин у всіх центрах обробки даних. Продуктивність двох представлених моделей порівнюється з точки зору кількості обмінених повідомлень зв'язку та загальної затримки зв'язку для виконання рішень щодо міграції для певної кількості міграцій віртуальних машин між центрами обробки даних.

Спільне використання та зберігання даних для забезпечення співпраці в плануванні хмарних ресурсів, гарантуючи цілісність і конфіденційність даних, створює значні проблеми в хмарних обчисленнях. Традиційні централізовані системи зберігання пропонують економічно ефективні рішення, але вони часто стикаються з проблемами масштабованості, вузькими місцями продуктивності та вразливістю безпеки. Навпаки, децентралізовані системи зберігання розподіляють дані між різними вузлами, забезпечуючи надмірність, доступність даних і покращений захист. Однак децентралізоване зберігання створює власний набір проблем, таких як складні процеси пошуку даних, потенційні неузгодженості у версіях даних і труднощі із забезпеченням конфіденційності та цілісності даних у розподіленому налаштуванні. Поєднання технології блокчейн із хмарними обчисленнями виявилось перспективним підходом для посилення безпеки хмарних транзакцій і забезпечення доступу до даних і додатків.

У статті [18] пропонується децентралізована система зберігання, яка поєднує в собі концепції хмари з технологією блокчейн для вирішення проблем управління даними в децентралізованих налаштуваннях. Запропонований дизайн забезпечує покращену масштабованість, безпеку даних і конфіденційність. У разі розгортання на контейнерній крайовій інфраструктурі ця система зберігання забезпечує вищу швидкість передачі даних, ніж міжпланетна файлова система.

Граничні обчислення можуть похвалитися швидким з'єднанням із кінцевими пристроями, але вони постачаються з обмеженими ресурсами, що вимагає співпраці та обміну даними між різними крайовими кластерами та хмарними центрами обробки даних. Щоб вирішити ці проблеми, було проведено численні дослідження, присвячені цій темі. Зокрема, статті, представлені в [19, 20, 21, 22], досліджували потенціал технології блокчейн як засобу полегшення управління обміном даними.

У статті [19] пропонується система спільного обміну даними, яка використовує технології блокчейну та хмарних обчислень. Його мета – дозволити багатьом

постачальникам даних і користувачам ефективно співпрацювати. Система використовувала модель стохастичної ймовірності, де автори припустили однорідний процес точки Пуассона для просторового розподілу постачальників даних і користувачів і незалежний процес Бернуллі для швидкості генерації транзакцій на кожному вузлі. Автори проводять аналіз вибраних показників продуктивності та оцінюють продуктивність системи на основі своїх експериментальних результатів.

Автори в [20] обговорюють проблеми спільного крайового зберігання через обмежену ємність окремих крайових серверів та їхню роботу в ненадійному середовищі. Вони представляють CSEdge, децентралізовану систему, яка використовує технологію блокчейн для забезпечення спільного зберігання між периферійними серверами. Система дозволяє периферійним серверам надсилати запити на розвантаження даних, які оскаржуються іншими серверами на основі їхньої репутації. Успішні сервери винагороджуються, а їх продуктивність реєструється в блокчейні, в результаті чого CSEdge є ефективним рішенням для спільного крайового зберігання.

Підхід, викладений у [21], покращує процес реагування на граничний попит (EDR) шляхом застосування теорії аукціону Вікрі-Кларка-Гровса (VCG). Це вдосконалення призводить до покращеного розподілу робочого навантаження між крайовими вузлами, кращого використання крайових ресурсів і зниження споживання енергії в системі. Щоб зміцнити систему стимулів і довіри для спільних периферійних обчислень, дослідники інтегрували технологію блокчейн. Вони розглянули три різні сценарії: відсутність співпраці, внутрішня співпраця та стимулююча співпраця. Цей підхід враховує вплив відстані передачі завдань користувача на якість досвіду (QoE) і вирішує потенційні форкингіві атаки на блокчейн у межах спільних периферійних обчислень. Завдяки інтеграції технології блокчейн цей підхід забезпечує безпечні та безперервні записи виконання завдань, встановлює систему довіри між крайовими вузлами та заохочує сервери активно брати участь у периферійній співпраці, зберігаючи при цьому якість виконання завдань.

Дослідження в [22] пропонує систему хмарних і периферійних обчислень, яка використовує блокчейн для децентралізованого розміщення віртуальних машин. У цій системі використовується динамічний підхід на основі порогових значень, коли кожен сервер враховує використання ЦП свого та інших серверів перед міграцією віртуальних машин. Дослідження показує, що цей підхід ефективніший, ніж випадкове однорангове розміщення віртуальних машин. Крім того, він забезпечує безпечний зв'язок між серверами та підтримує використання ЦП нижче верхнього порогового значення.

Стаття в [23] представляє новий хмарний планувальник на основі технології блокчейн. Метою цього планувальника є підвищення безпеки розподілу завдань, зберігання даних і передачі між хмарними вузлами та кластерами. Задача оптимізації розкладу вирішується за допомогою асиметричної ігрової моделі Штакельберга з часом виконання розкладу як привілейованим критерієм. Ефективність запропонованого хмарного планувальника блокчейну оцінюється за допомогою спеціально розробленого симулятора під назвою Blockchain Secure Cloud Scheduler Simulator, BCSchedCloudSim, і його ефективність підтверджується експериментальним аналізом.

BigchainDB і Amazon Quantum Ledger Database (QLDB) порівнювалися в дослідженні [24]. Під час порівняння враховувалися окремі випадки використання кожної технології. QLDB, яка є власною технологією Amazon, найбільше підходить для ситуацій, коли всі сторони довіряють центральному органу, а централізація не викликає занепокоєння. З іншого боку, BigchainDB забезпечує справжню децентралізацію в розподілених книгах, що робить його ідеальним для ситуацій, коли немає центрального органу влади, і централізація є проблемою. Крім того, BigchainDB користується перевагами сучасних розподілених баз даних і технології блокчейн, таких як висока швидкість транзакцій, низька затримка, індексація та запити до структурованих даних, а також децентралізований контроль, захист від несанкціонованого доступу та відстеження [24]. Відповідно до висновків, хоча Amazon QLDB може мати кращу загальну продуктивність на основі показників використання ЦП і



пам'яті, гнучкість і потенціал BigchainDB для більш широкого застосування роблять її цінною технологією, яку варто розглянути. Ці висновки підкреслюють важливість ретельної оцінки конкретних потреб і вимог даного проекту при виборі між децентралізованою та централізованою базами даних реєстру.

Порівняння огляду літератури представлено в таблиці 1. Недавні дослідження показали, що існує прогалина в існуючій літературі, коли йдеться про розробку безпечної та ефективної розподіленої системи, яка може обробляти великий обсяг транзакцій для планування хмарних ресурсів у кількох центрах обробки даних за допомогою технології блокчейн. Наше дослідження має на меті подолати цей розрив, використовуючи платформу BigchainDB, яка поєднує в собі найкраще з обох світів, пропонуючи розподілений, незмінний і безпечний блокчейн, а також масштабованість і низьку затримку розподілених баз даних. Ми особливо зацікавлені в дослідженні продуктивності міграції хмарного планувальника, зосереджуючись на зменшенні впливу міграції ВМ між центрами обробки даних на загальні затримки планування системи. Наші висновки мають значні наслідки для майбутнього розвитку систем планування хмарних ресурсів і можуть сприяти поточним зусиллям зробити хмарні середовища більш ефективними та безпечними.

«Готова до хмар» архітектура повинна містити необхідні інструменти для керування, планування й складання каталогів сервісів, для настроювання конфігурації, моніторингу, виміру, білінгу й створення звітів по послугах, а також для керування поточними операціями й сервісами. Процедури розгортання, конфігурування й керування буде потрібно стандартизувати й автоматизувати, надавши кошти самообслуговування кінцевим користувачам.

Складність керування віртуалізованими хмарними центрами обробки даних (ЦОД), ріст імовірності помилок адміністраторів і збільшення трудомісткості операцій зажадають автоматизації завдань керування, включаючи керування змінами, настроювання конфігурації, планування потужності, оплату використання ресурсів, керування відмовами й продуктивністю.

Саме через автоматизацію проходить «дорога в хмари» – без цього керування сервісами стає вкрай складним завданням. У свою чергу, автоматизація неможлива без горизонтальної й вертикальної інтеграції, що охоплює рівень додатків, операційних систем і встаткування. Подальший розвиток одержить концепція централізовано програмувальних центрів обробки даних (Software-Defined Data Center, SDDC). Провідні вендори – IBM, HP, Microsoft, VMware – будуть удосконалювати свої інструменти керування віртуалізованим хмарним середовищем. З'являться й нові розробки.

Хмарні обчислення народжують нові технологічні проблеми: у віртуалізованих платформах необхідно запобігати появі вузьких місць у підсистемі уведення/виводу й вживати спеціальних заходів забезпечення надійності, а централізація на порядок підвищує вимоги до мережної інфраструктури. Проектування віртуалізованої інфраструктури віднімає в три-чотири рази більше часу, але зате дозволяє заощадити на експлуатації. Особлива експертиза потрібна для віртуалізації робочих станцій (VDI). По відкликах замовників, при розгортанні хмарної інфраструктури дуже зручно використовувати готові, заздалегідь інтегровані «будівельні блоки», такі як Cisco UCS, Dell vStart або HP CloudSystem.

Високі темпи росту ринку хмарних продуктів і послуг означають істотну трансформацію структури й обсягів попиту як на нові продукти, так і на традиційну продукцію ІТ. Експерти IBS вважають, що вендори будуть змушені адаптувати свою продуктову пропозицію, а також змінити моделі взаємодії із замовниками в рамках реалізації інфраструктурних і інтеграційних проектів.

Укראїн цікавим ринком стають мобільні додатки й технології. Ті виробники пристроїв, які зможуть уловити найбільш яскраві тенденції й інтегрувати відповідні додатки й технології на рівні платформи, будуть мати конкурентні переваги. За прогнозом аналітиків банку Morgan Stanley, в 2025 році число осіб, що звертаються до мобільного Інтернету, уперше перевищить число тих, хто підключається до Інтернету за допомогою персональних



комп'ютерів. Практично кожний власник смартфона або планшета є користувачем того або іншого хмарного сервісу, а те й декількох – від зберігання даних і перетворення мови в текст до роботи з документами й відеоспостереження. Поряд з поширенням широкополосного бездротового доступу (Wi-Fi, LTE) це зробить хмарні сервіси повсюдними й допоможе зняти побоювання щодо надійності, передбачуваності й безпеці хмар.

Поступово в учасників ринку з'являється правильне розуміння поняття «ІТ як сервіс». Хмари вже не розглядаються як претендент на місце традиційних ІТ-ресурсів. При будь-якому рівні розвитку хмарних сервісів завжди залишаться додатки, які по тимі або інших причинах не підлягають переносу не тільки в публічні, але навіть у приватні хмари. Залежно від виду бізнесу, близько 20% інфраструктури ІТ завжди будуть реалізовуватися у вигляді традиційних рішень. Крім того, замовники починають розуміти структуру витрат при впровадженні хмарних сервісів і застосовують нові критерії оцінки при розрахунку ефекту від впровадження хмарних систем.

Найбільш затребуваними стануть хмарні сервіси, використання яких дає помітні переваги в порівнянні з локальними додатками, – фінансові, функціональні, конкурентні або які-небудь інші. Як затверджують провайдери, високим попитом користуються комунікаційні хмарні сервіси B2B у сполученні з телекомунікаційними додатками, які винесені в хмару (віртуальними АТМ, ЦОВ і CRM, елементами систем уніфікованих комунікацій): щорічний ріст продажів становить 50-70%. Очевидно, ці темпи збережуться й у наступному році.

Інтерес будуть викликати не тільки вже звичні хмарні сервіси, такі як електронна пошта й хостинг Web-сайтів, але й системи керування проектами й завданнями, сервіси зберігання даних, CRM і інші рішення для підтримки колективної роботи, бухгалтерські системи, віртуальні АТМ, Web-конференції й програмні бізнес-продукти, що не мають аналогів на класичному ринку ПЗ. Ринок уже готовий до всіх типів хмарних сервісів – від зберігання даних до виносу в хмару критичних для підприємства додатків. Однак з української економіки й неадекватна політика держави відносно розвитку малого й середнього бізнесу (основного споживача хмарних сервісів) не дають підстав для надмірного оптимізму.

### **Розробка структурної схеми**

Хмарне сховище надає багато переваг, які призводять до економії коштів і більшої зручності для користувачів порівняно з традиційними мережами зберігання (SAN). Існують також недоліки хмарних сховищ, зокрема публічних служб, які змушують організації вагатися використовувати ці послуги або обмежувати їх використання.

### **Переваги**

– **Платіть по ходу.** Завдяки службі хмарного зберігання клієнти платять лише за те сховище, яке вони використовують, усуваючи потребу у великих капітальних витратах. Хоча витрати на хмарне сховище є регулярними, а не одноразовими покупками, вони часто настільки низькі, що, навіть будучи постійними витратами, вони все одно можуть бути меншими, ніж вартість обслуговування внутрішньої системи.

– **Оплата комунальних послуг.** Оскільки клієнти платять лише за використану ємність, витрати на хмарне сховище можуть зменшуватися в міру зменшення використання. Це різко контрастує з використанням внутрішньої системи зберігання даних, яка, ймовірно, буде надто налаштована для очікуваного зростання. Компанія заплатить більше, ніж їй потрібно спочатку, а вартість сховища ніколи не зменшиться.

– **Глобальна доступність.** Хмарне сховище зазвичай доступне з будь-якої системи, будь-де та в будь-який час; користувачам не потрібно турбуватися про можливості операційної системи (ОС) або складні процеси розподілу.

– **Простота використання.** Хмарне сховище легко отримати та використовувати, тому розробники, тестувальники програмного забезпечення та бізнес-користувачі можуть швидко розпочати роботу, не чекаючи, поки команда ІТ (інформаційних технологій) виділить і налаштує ресурси зберігання.

– **Виїзна охорона.** За своєю природою публічне хмарне сховище пропонує спосіб переміщення копій даних на віддалений сайт для резервного копіювання та безпеки. Знову ж таки, це означає значну економію коштів порівняно з компанією, яка підтримує власний віддалений об'єкт.

Внутрішня хмарна система зберігання даних може запропонувати деякі з перерахованих вище простих у використанні функцій загальнодоступної хмарної служби, але їй буде не вистачати значної частини гнучкості пам'яті загальнодоступної служби. Деякі постачальники апаратного забезпечення намагаються вирішити цю проблему, дозволяючи своїм клієнтам вмикати та вимикати ємність, яка вже встановлена в їхніх масивах.

Масштабованість, гнучкість і багатокористувацький доступ є одними з переваг використання хмарного сховища.

#### **Недоліки**

– **Безпека.** Безпека даних є найбільш цитованим фактором, який може змусити компанії бути обережними щодо використання загальнодоступного хмарного сховища. Занепокоєння полягає в тому, що як тільки дані залишають приміщення компанії, вона більше не має контролю над тим, як дані обробляються та зберігаються. Зберігання регламентованих даних також викликає занепокоєння. Постачальники послуг спробували розв'язати ці побоювання, розширивши свої можливості безпеки за допомогою шифрування даних, багатфакторної автентифікації (MFA), зберігання даних у кількох місцях і покращеної фізичної безпеки.

– **Доступ до даних.** Підтримання доступу до даних, що зберігаються в хмарі, також може бути проблемою та може значно збільшити вартість використання хмарного сховища. Компанії може знадобитися оновити підключення до служби хмарного зберігання, щоб обробляти обсяг даних, який вона очікує передати. Наприклад, місячна вартість оптичного зв'язку може досягати тисяч доларів.

– **Зниження продуктивності.** Компанія може зіткнутися з проблемами продуктивності, якщо її внутрішнім програмам потрібен доступ до даних, які вона зберігає в хмарі. У таких випадках, швидше за все, знадобиться або перемістити сервери та програми в ту саму хмару, або повернути необхідні дані в компанію.

– **Вартість.** Якщо компанії потрібен великий обсяг хмарного сховища та вона часто переміщує свої дані між локальними системами та хмарою, щомісячні витрати можуть бути високими. Порівняно з розгортанням внутрішнього сховища, поточні витрати можуть зрештою перевищити вартість впровадження та підтримки локальної системи.

#### **Розгляд хмарного сховища**

Щоб визначити, чи призведе використання хмарного сховища до операційної ефективності та економічності, компанія повинна зробити такі чотири кроки:

1. Порівняйте одноразові та регулярні витрати на придбання та керування власним об'ємом зберігання з поточними витратами на зберігання та доступ до даних у хмарі.

2. Визначте, чи будуть потрібні додаткові телекомунікаційні витрати для відповідного доступу до постачальника послуг.

3. Вирішіть, чи служба хмарного зберігання забезпечує адекватну безпеку та керування даними.

4. Розробіть внутрішню стратегію хмарної безпеки з процедурами доступу та використання хмарного сховища для підтримки ефективного управління даними та контролю витрат.

#### **Приклади хмарних сховищ**

Найпоширеніші способи використання хмарного сховища:

- хмарне резервне копіювання;
- аварійне відновлення (DR);
- архівування рідко доступних даних.

Все більше компаній використовують служби хмарного зберігання для DevOps як спосіб скоротити капітальні витрати. Розробники можуть збільшити обчислювальні ресурси

та ресурси зберігання на час розробки та тестування проекту, а потім зменшити їх, коли він закінчиться.

Від резервного копіювання даних до обміну неструктурованими файлами та зберігання об'єктів – дізнайтеся багато способів використання хмарного сховища.

Організації все частіше переміщують ключові програми в хмару, оскільки постачальники послуг покращили продуктивність і посилили безпеку. Крім того, компанії, які відчувають значні сезонні коливання в обсязі даних, які вони створюють, можуть використовувати хмарне сховище для обробки цих сплесків активності створення даних.

Для малих і середніх підприємств (SMB) деякі спеціалізовані хмарні служби зберігання, такі як синхронізація файлів і спільний доступ, можуть бути корисними для окремого сервера або користувача. Функції синхронізації файлів цих служб забезпечують узгодженість версій файлів, що зберігаються локально на клієнті синхронізації – сервері чи ПК кінцевого користувача – і в хмарі. Також часто включені можливості керування версіями та спільного використання файлів.

Організації, які розглядають можливість використання хмарних сховищ, повинні знати про плюси та мінуси використання технологій хмарних обчислень загалом. Якщо прийнято рішення рухатися далі з хмарою, організації можуть використовувати тематичні хмарні посібники, щоб визначити, які типи хмарних сховищ і послуги найкраще відповідають їхнім бізнес-потребам.

Для реалізації перешкодостійкого зберігання інформації у мережних віртуалізованих хмарних центрах обробки даних, застосуємо алгоритм Ріда-Соломона.

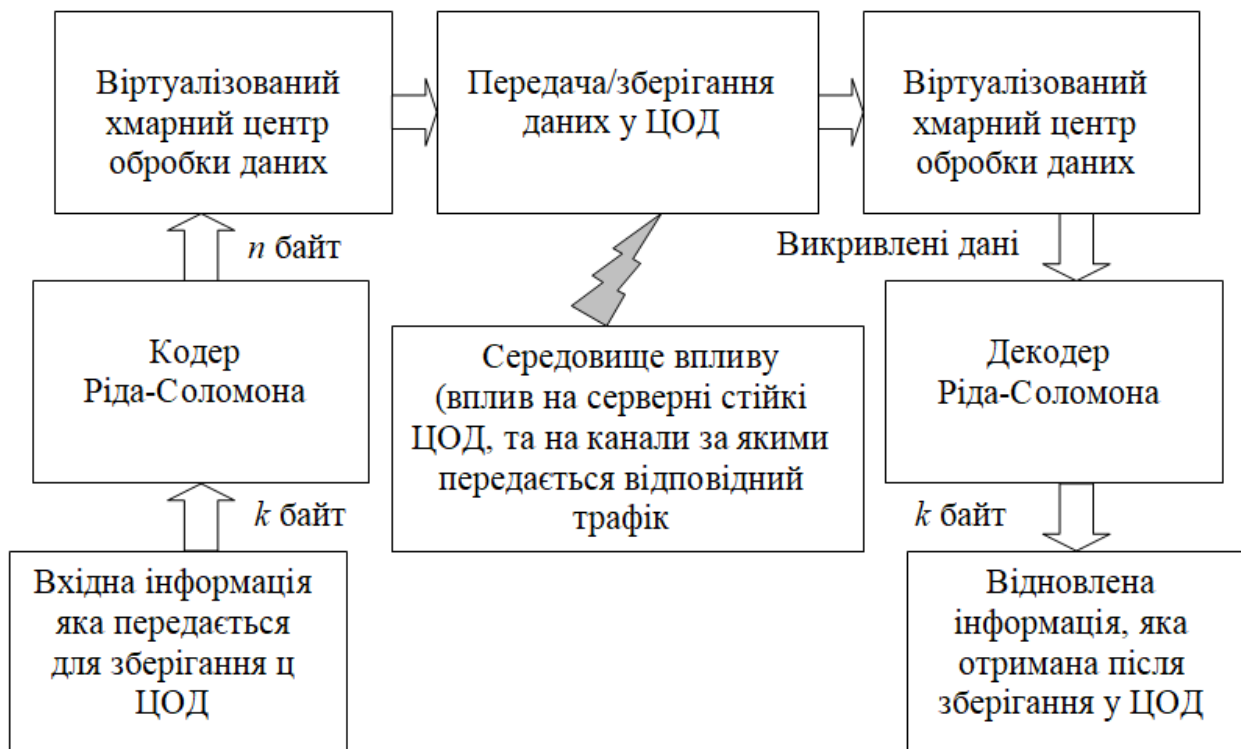


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Структурна схема системи підвищення надійності зберігання даних у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних за допомогою кодека Ріда-Соломона зображена на рисунку 1.

З цієї схеми ми бачимо, що над вхідними даними, перед записом у віртуалізованому хмарному центрі обробки даних, відбуваються перетворення кодеком Ріда-Соломона. Після кодування дані записуються у віртуалізований хмарний центр обробки даних. У якості носія

окрім віртуалізованого хмарного центру обробки даних може використовуватися любий інший носій інформації. Після цього інформація зберігається на носіїві.

При зчитуванні інформації, розроблене програмне забезпечення декодує інформацію, яка зберігається на носіїві, і якщо потрібно, після проведення відповідних перевірок, проводить відновлення втраченої інформації. Якщо таке відновлення неможливе, то програма видає відповідне повідомлення.

Коди Ріда--Соломона (RS) – це класичне сімейство кодів з виправленням помилок, що складається з оцінок поліномів низького ступеня над кінцевим полем на деякій послідовності різних елементів поля. Вони широко відомі своїми можливостями оптимального унікального декодування, але їхні можливості декодування списків не повністю вивчені. Враховуючи поширеність кодів Ріда-Соломона, фундаментальним питанням теорії кодування є визначення того, чи можуть коди Ріда-Соломона оптимально досягти спроможності декодувати список.

Кодування RS є різновидом FEC. Його широко використовували через його відносно велику здатність виправляти помилки в порівнянні з його мінімальними додатковими витратами. Коди RS також легко масштабуються вгору або вниз у можливості виправлення помилок, щоб відповідати частоті помилок, очікуваній у даній системі. Він забезпечує надійний метод контролю помилок для багатьох поширених типів середовищ передачі даних, особливо тих, які є односторонніми або шумними та обов'язково створюють помилки.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних; Досліджена система управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianova, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.



9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 125-136.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyzy, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
23. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
24. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.



УДК 004

Д.Іванченко, магістр гр. КІ-22МЗ,  
Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОМУНІКАЦІЇ CLOUD-SERVISIV З ВИКОРИСТАННЯМ SIP/VOIP

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP. Об'єктом дослідження є процес комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP. Предметом дослідження є методи комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Популярність хмарних рішень стрімко росте. Однак, при дворазовому процентному росту в абсолютних величинах обсяг ринку хмарної телефонії поки невеликий, що в основному пов'язане з тим, що його головними споживачами є компанії малого бізнесу. Для таких організацій дуже важливе швидке розгортання системи й низька вартість володіння. І якщо по такому факторі, як швидкість розгортання, хмарні АТМ виграють в «звичайних» IP-АТМ, то їхня вартість на перевірку не завжди виявляється настільки привабливою. Віртуальні системи бувають дійсно вигідні – але для тих компаній, які створюються для реалізації коротких проектів.

Локально встановлені рішення, як правило, мають більше широку функціональність, а їхня модульна структура дозволяє, у міру росту компанії й зміни завдань, доповнювати таке рішення необхідними складовими, що відповідають новим потребам. Вони вказують на ряд ризиків, властивим віртуальним рішенням – зокрема, на те, що у випадку використання хмарних технологій безпека інформації повністю віддається на відкуп провайдеру. Їхній вивід такий: незважаючи на гадану привабливість віртуальних АТМ, у багатьох випадках вигідніше й безпечніше використовувати власні IP-системи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи комунікації cloud-сервісів з використанням sip/voip.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP.
- Дослідження системи комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP.
- Програмна реалізація системи комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP.

*Об'єктом дослідження* є процес комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP.

*Предметом дослідження* є методи комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Хоча ще довго TDM-телефонія буде як і раніше кращою для деяких ситуацій, в останні роки спостерігається масовий перехід на IP-телефонію. По оцінці J'son & Partners Consulting, якщо в 2022 році в Україні налічувалося 11 млн користувачів IP-телефонії, включаючи користувачів P2P-телефонії на зразок Skype (це відповідає рівню проникнення близько 14%), то в 2023 році ці цифри виросли приблизно до 14 млн (17,3%), а до кінця 2024 року очікується уже 17 млн (23,5%). Основними факторами росту ринку VoIP в Україні залишаються подальший розвиток ринку широкополосного доступу (включаючи мобільний, у тому числі за технологією LTE) і збільшення активності українських і міжнародних провайдерів IP-телефонії.

Стимулами до впровадження VoIP у системах корпоративної телефонії служать скорочення витрат на зв'язок між віддаленими офісами, можливість розширення функціонала систем за рахунок розробки нових додатків і інтеграція з іншими бізнес-додатками.

На українському ринку в першу чергу затребувані технологічні рішення по організації й об'єднанню в єдину мережу віддалених офісів, а також системи для організації колективної роботи. Збільшення попиту на IP-телефонію в корпоративному секторі відбувається не тільки через потребу скорочення витрат на регіональний зв'язок, але й завдяки непрямим економічним вигодам від її впровадження, у тому числі росту продуктивності праці після підключення додаткових сервісів. Високий ступінь гнучкості й відкритості IP-систем, можливості їхнього використання як єдина платформа для різних комунікаційних рішень (голос, відео й дані), провідних і бездротових технологій стимулюють підвищення інтересу до IP-телефонії.

Платформи SIP/VoIP дозволяють будувати високонадійні уніфіковані телефонні мережі із широким спектром можливостей. Серед них – короткі номери для дзвінків між офісами, гнучка переадресація, багатоточечні конференції. Абоненти можуть робити й приймати виклики з комп'ютера й смартфона, одержувати по електронній пошті оповіщення про пропущені дзвінки й т.д. Все це зробить користування корпоративною телефонією більше зручним.

Перехід на VoIP зачіпає й приватних осіб. У квартирах устанавлюється встаткування GPON, що дозволяє крім телефонії одержати широкий спектр послуг зв'язку: домашній Інтернет на швидкості до 200 Мбіт/с, інтерактивне телебачення, а в перспективі – сервіси відеоспостереження й керування комунальними ресурсами. Проект початий в 2022 році й, відповідно до планів, буде завершений в 2024-м.

Крім того 2023 рік, безсумнівно, був роком BYOD («принеси свій власний пристрій») і навіть BYOA («принеси свій додаток») – роком проникнення в офіси сторонніх додатків і хмарних сервісів.

Ця тенденція зміцніє в 2016 році, а забезпечення ефективного й безпечного керування BYOA стане головним завданням IT-директорів і системних адміністраторів. Інструменти для спільної роботи в реальному часі будуть другим об'єктом їхньої пильної уваги.

По прогнозом IDC, у році, що наступив, витрати на IT по усьому світі перевищать 2,1 трлн доларів, що на 5,7% більше показників 2022 року, а самим значимим драйвером галузі стане мобільність: продажу смартфонів і планшетів виростуть на 20%, згенерував 20% продажів в IT. В Україні вже близько 12 млн чоловік виходять в Інтернет з мобільних пристроїв. У сукупності з переходом на VoIP і SIP цей фактор буде впливати й на ринок корпоративної телефонії.

В Citrix виділяють наступні основні тенденції 2015 року в корпоративному сегменті: відмова від настільних ПК, перехід на мобільний стиль роботи, усе більше широке використання хмарних сервісів і додатків. Мобільність – загальне поняття, що описує, як компанії змінюють принципи ведення бізнесу, освоюючи нові технології, будь то BYOD або віддалене співробітництво. В 2016 році багато компаній із всіх сегментів ринку стануть інвестувати в інструменти, необхідні для організації повноцінної мобільності співробітників.

Залежно від специфічних потреб компаній мобільність буде розумітися ними по-різному, але очевидно, що дана тенденція охопить усіх. З іншого боку, ті, хто вже вклався в ці технології, почнуть шукати нові можливості, щоб надати ще більше волі своїм співробітникам. За прогнозами Forrester, в 2024 році можна чекати інтеграції мобільних додатків і хмарних сервісів, а формула «хмари + мобільність» дасть користувачам щось набагато більше, ніж сума цих складових.

Крім того, на ринок корпоративної телефонії впливають потреба замовників у розширенні функціонала мобільного зв'язку, мобільного й бездротового доступу усередині офісу й за його межами, бажання звертатися до звичних функцій УАТС при віддаленій роботі й більш широко використовувати протокол SIP, а також зростаючий інтерес до відеотелефонії й додаткових функцій. Найбільшим потенціалом на ринку корпоративного зв'язку володіють додатки, що збагачують функції телефонних систем. Прикладами є додатки відео-конференц-зв'язку, рішення для обліку й аналізу внутрікорпоративних витрат на відповідні послуги.

За прогнозами Avaya, у найближчі рік-півтора чимало цікавого з'явиться в області відеокommунікацій, використання відео в бізнес-процесах (відеоспівробітництво). Якщо в 2022 році відео ще не входило в обов'язковий список засобів для ділового спілкування, то в 2023 році відбулася помітна зміна в їхньому сприйнятті. Сьогодні відео – це просто доступна технологія. Люди з комфортом використовують його й активно впроваджують у роботу. Провідні вендори можуть забезпечити «відео в одне торкання» на екрані планшета або смартфона: 2023 рік змінив правила гри.

В Cisco підкреслюють, що в усьому світі спільна робота за допомогою різних пристроїв у будь-якому місці й у будь-який час поступово стає самим затребуваним способом співробітництва. А коли для цього залучаються відеотехнології, в ІКТ галузі починаються радикальні зміни. Якщо говорити про Україну, то внаслідок високих темпів поширення широкополосних технологій і майбутнього у швидкому майбутньому розгортання мереж 4G відеозв'язок стане широкодоступною.

Системи корпоративної телефонії продовжують удосконалюватися. Вони доповнюються новими можливостями, серед яких – розширена підтримка мобільних пристроїв, функції уніфікованих комунікацій (UC), інтеграція з популярними бізнес-додатками. Для замовників із сегмента малого й середнього бізнесу виробники розробляють недорогі й прості у використанні інтегровані IP-рішення й хмарні УАТС. Характерно, що популярний раніше термін «уніфіковані комунікації» відходить на другий план: зараз більше говорять про спільну роботу (collaboration), і це поняття охоплює широкий спектр технологій ІТ і засобів взаємодії, включаючи соціальні мережі. Голосові комунікації стають одним з елементів таких систем.

Офісні АТМ всі частіше будуть призначатися не тільки для забезпечення співробітників якісним зв'язком, але й для підвищення продуктивності їхньої роботи й ефективності обслуговування клієнтів. Характерний приклад – інтеграція телефонних систем з CRM. Еволюціонують і контактні центри, надаючи клієнтам можливість звертання до компанії, незалежно від їхнього місця розташування, обраного для комунікації пристрою, і часу доби. Прогресу можна чекати й в області технологій розпізнавання мови й створення розвинених систем IVR.

Протягом 2023 року відзначався зростаючий інтерес корпоративних замовників до хмарних сервісів, вибір яких стає усе більше широким. В 2024-м почнеться експонентний ріст хмарних сервісів. Не є виключенням і комунікаційні хмарні сервіси, такі як хмарні або віртуальні АТМ (ВАТМ). Вони дозволяють організаціям, що не володіють необхідними ресурсами для створення власної телекомунікаційної інфраструктури й не має довгострокових стратегій розвитку своїх інфокомунікаційних систем, одержати все необхідне від провайдеру хмарної АТМ, у тому числі додаткові функції.

Запущений хмарний сервіс для малого й середнього бізнесу Business 365 з убудованими функціями VoIP телефонії й інтерфейсом у стилі соціальних мереж – ще один

характерний приклад сучасних комунікаційних рішень. Ця розробка поєднує в собі функції трьох систем: керування компанією, спільної роботи й продажів. А українські клієнти можуть скористатися «уніфікованими комунікаціями як послугою» (UaaS), розгорнутими на платформі Cisco.

Керовані комунікаційні сервіси хмарної телефонії, ВКЗ, уніфікованих комунікацій і спільної роботи над проектами по моделі SaaS, що набирають популярність за кордоном, стають доступними й для українських замовників. Як пророкують аналітики ABI Research, на світовому ринку в найближчі роки в результаті масової міграції корпоративних комунікацій у хмару електронна пошта, телефонія, аудіо-, відео- і Web- конференції стануть реалізовуватися як хмарні рішення.

Згідно із прогнозами, уже до 2030 року більше 40% корпоративних комунікаційних додатків будуть перенесені в хмари. Про широке поширення аутсорсингу телефонних послуг і хмарної телефонії в Україні говорити ще рано, але це одна з найбільш яскравих тенденцій.

Замовниками хмарних телекомунікаційних сервісів стають організації, бізнес яких характеризується високими темпами росту або пікових сплесків активності. Вони затребувані проектними групами будь-якого розміру, компаніями з територіально розподіленою структурою, а також окремими користувачами у випадку застосування таких схем, як надомна робота або часткова зайнятість. У міру збільшення попиту оператори будуть доповнювати комунікаційні сервіси послугами аутсорсингу корпоративних додатків.

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема системи наведена на рисунку 1.

### **SIP та VoIP: як вони працюють для вашого бізнесу**

Бізнес спирається на спілкування. Взаємодія між членами команди, співпраця між відділами та відкритий діалог із клієнтами – усе це критично важливі види бізнес-комунікації. Вибір компанією рішень для бізнес-комунікацій впливає на все: від найму до продуктивності команди та обслуговування клієнтів. Коли ви досліджуєте варіанти, у вас, безсумнівно, виникнуть запитання про SIP проти VoIP.

Важливо розуміти термінологію під час дослідження платформ телефонії та співпраці. З такою кількістю термінів, як IP- PBX, PSTN, PRI, ISDN тощо, покупці можуть заплутатися. Те ж саме стосується SIP і VoIP. Хоча вони використовуються як синоніми, вони не є синонімами. Транкінг SIP підключає внутрішні телефонні системи безпосередньо до комутованої телефонної мережі загального користування (PSTN), тоді як VoIP покладається на підключення до Інтернету для голосового зв'язку.

Сьогодні власники та керівники компаній мають різний рівень знань і досвіду в термінології, пов'язаній з технологіями. Якщо ви не маєте значного досвіду в телефонії, ви можете знати лише те небагато, що чули або читали, і ця інформація може бути невірною. Ми допоможемо вам, пояснюючи акроніми та наводячи кілька прикладів, щоб показати, як це працює.

### **Усування плутанини між протоколом ініціації сеансу (SIP) і VoIP**

Протокол ініціації сеансу (SIP) – це протокол зв'язку, який організації широко використовують для початку та завершення сеансів мультимедійного зв'язку, наприклад голосових і відеодзвінків. Голос через Інтернет-протокол (VoIP) – це технологія, яка дозволяє користувачам здійснювати голосові дзвінки за допомогою широкосмугового підключення через пристрій із підтримкою Інтернету. VoIP полегшує передачу голосових даних через Інтернет-мережі, перетворюючи Інтернет-з'єднання на ефективний засіб здійснення телефонних дзвінків, таким чином встановлюючи та підтримуючи голосовий зв'язок. Хоча вони різні, вони тісно пов'язані, що призводить до неправильного припущення, що вони однакові. Коротше кажучи, SIP – це один із конкретних протоколів, що забезпечують VoIP.

SIP полегшує передачу повідомлень між кінцевими точками та правила для встановлення та завершення кожного сеансу. Організації можуть використовувати SIP для передачі інформації між двома або кількома підключеними до Інтернету кінцевими точками.



Крім голосових дзвінків, вони можуть використовувати SIP для відеоконференцій, обміну миттєвими повідомленнями, розповсюдження медіа та інших програм, що означає, що це дуже гнучка технологія. SIP також підтримує SIP-транкінг, розширюючи можливості для зв'язку не лише між підключеними до Інтернету кінцевими точками, але й на будь-які номери телефонів, стаціонарні чи віртуальні.

І SIP, і VoIP дозволяють здійснювати голосові виклики. Різниця полягає в можливостях кожного. Якщо все, що вам потрібно, це голосові виклики, ви можете вибрати чисте рішення VoIP без SIP. Проте, якщо ви ведете процвітаючий бізнес і потребуєте проведення віртуальних зустрічей, обміну документами чи відео або взаємодії за допомогою миттєвих повідомлень та інших мультимедійних комунікацій, вам потрібен SIP.

### **SIP (Session Initiation Protocol) – це протокол сигналізації для голосових викликів**

Протокол ініціації сеансу, або SIP, є фундаментальною технологією сучасних телекомунікацій. Подумайте про SIP як про закулісного директора, який встановлює, керує та завершує голосові виклики через Інтернет. Це протокол сигналізації, який забезпечує плавне та безперебійне голосове спілкування. SIP має вирішальне значення в технології VoIP, виступаючи як міст, що з'єднує різні пристрої та полегшує обмін інформацією, необхідною для голосових викликів. Якщо ви здійснюєте простий голосовий дзвінок чи берете участь у складній відеоконференції, протокол SIP робить усе це можливим.

### **VoIP (протокол голосового зв'язку через Інтернет) – це технологія здійснення голосових дзвінків через Інтернет**

Голос через Інтернет-протокол, широко відомий як VoIP, революціонує спосіб здійснення телефонних дзвінків. Замість того, щоб покладатися на традиційні телефонні лінії, VoIP перетворює ваш голос у цифрові пакети даних і надсилає їх через Інтернет. Ця технологія дозволяє здійснювати голосові виклики за допомогою ширококутового підключення до Інтернету, пропонуючи економічно ефективну та багатофункціональну альтернативу звичайним телефонним системам. Завдяки VoIP ви можете насолоджуватися чітким голосовим зв'язком, часто з додатковими функціями, такими як голосова пошта, переадресація викликів і навіть відеоконференції, і все це без високої ціни традиційних телефонних послуг.

### **Ролі SIP проти VoIP у голосових дзвінках**

Використання VoIP як окремого пристрою може бути економічно ефективним варіантом для малих або нових підприємств, які мають лише кілька співробітників, розташованих разом. Він надає функції голосового виклику, необхідні кожному бізнесу. Однак більшість організацій зазвичай використовують VoIP у поєднанні з такими програмами, як Teams, Skype або Google Meet, з пристроями PBX із підтримкою IP або через розміщену послугу VoIP, яка використовує технологію SIP.

Хоча VoIP за назвою є протоколом або набором правил, точніше це термін для набору технологій, необхідних для передачі голосових даних. Кілька протоколів, відомих як стек протоколів, необхідні для зв'язку між мережевими пристроями. SIP є одним із таких протоколів. Один із найкращих способів відрізнити SIP – це незалежний від медіа протокол – це не голос, це не відео, це не дані – це може бути що завгодно. Хоча він здебільшого застосовується до VoIP, це не протокол VoIP.

З точки зору непрофесіонала, уявіть SIP і транкінг SIP як віртуальну магістраль. Уздовж цього шосе ви можете знайти місця з підключенням до Інтернету, наприклад кафе чи кав'ярні з безкоштовним Wi-Fi. Можуть бути й інші, як-от магазин наживок або міні-маркет, у яких є лише стаціонарні телефони. VoIP – це автомобіль, який доставить вас по шосе до одного або кількох пунктів призначення за вашим вибором.

### **SIP транкінг: спосіб підключення традиційних телефонних ліній до Інтернету**

SIP-транкінг змінює правила гри для підприємств, які прагнуть модернізувати свої системи зв'язку. Це метод, який з'єднує традиційні телефонні лінії з Інтернетом, дозволяючи підприємствам здійснювати голосові дзвінки через Інтернет, використовуючи існуючу інфраструктуру IP-АТС. Завдяки використанню протоколу SIP транкінг SIP ефективно



встановлює та керує голосовими викликами, забезпечуючи плавний перехід від традиційних телефонних ліній до телефонії VoIP. Цей підхід не тільки знижує витрати, але й забезпечує масштабованість, що робить його ідеальним рішенням для підприємств будь-якого розміру. Завдяки транкінгу SIP ви можете насолоджуватися перевагами дзвінків VoIP, зберігаючи при цьому надійність вашої поточної телефонної системи через надійне підключення до Інтернету.

### **Приклади розгортання**

Коли ви чуєте термін VoIP, ви можете уявити хостинг-рішення VoIP, де постачальник розміщує та керує функціональністю УВАТС, як-от обробка викликів, голосова пошта та інші програми. IP-телефони клієнта підключаються до Інтернету та, зрештою, до серверів і програмного забезпечення постачальника. Однак це лише один тип розгортання VoIP. Хоча початкові витрати можуть бути пов'язані з налаштуванням VoIP, довгострокова економія та переваги роблять це цінною інвестицією.

Транкінг SIP – це більш комплексний підхід, який надає клієнтам телефонні послуги та уніфіковані комунікації за допомогою АТС із підтримкою SIP та рішень уніфікованих комунікацій. У цьому випадку АТС забезпечує керування викликами, голосову пошту, автосекретаря та інші функції.

Магістралі SIP встановлюють з'єднання між УВАТС і телефонною мережею загального користування, замінюючи потребу в традиційних телефонних лініях або інтерфейсах первинної швидкості (PRI). Співпраця з відповідним провайдером дає компаніям можливість вибрати апаратне та програмне забезпечення IP-PBX, яке найкраще підходить для них, звільняючи їх від витрат і негнучкості традиційних телефонних ліній і зв'язків з операторами.

Іншими способами розгортання VoIP є керована та розміщена IP-АТС. Останній – це безпроблемна версія, де провайдер контролює все за вас. З хостинговою IP-АТС вам не потрібно купувати апаратне забезпечення чи налаштовувати транкінг SIP, оскільки ви отримуєте попередньо налаштовану систему VoIP.

Розміщена IP-АТС ідеально підходить для компаній, які не мають капіталу для повністю налаштованої послуги транкінгу SIP. Пам'ятайте, що це рішення передбачає створення додатків і купівлю апаратного забезпечення, тому, якщо ваша компанія не готова або не має бюджету, ви можете вибрати керовану IP-АТС. Однак технологія SIP швидко стає кращим методом розгортання VoIP на підприємстві.

### **Переваги SIP**

Серед переваг SIP з VoIP є його низька вартість, підвищена ефективність і масштабованість порівняно зі старішими системами. Розглянемо переваги докладніше.

#### **Економічна ефективність транкінгу SIP**

Традиційні корпоративні телефонні системи вимагали значних інвестицій не лише для впровадження, але й для підтримки. Було встановлено телефонну лінію, придбано нове обладнання, а потім потрібно було найняти когось для маршрутизації дзвінків. Оскільки бізнес зростає, йому потрібно було більше телефонних ліній. Потім був місячний план обслуговування, плата за міжміські зв'язки, міжнародні дзвінки та інші додаткові послуги.

Використання SIP з VoIP може **заощадити компаніям до 60%** порівняно з традиційними системами та послугами бізнес-телефонії. Це число може збільшитися, якщо компанія буде здійснювати значну кількість міжміських або міжнародних дзвінків. Загальний рахунок не тільки нижчий, але й передбачуваний з місяця в місяць – і немає потреби у значних інвестиціях у обладнання.

#### **Мобільність і масштабованість**

Завдяки SIP уся ваша організація залишається на зв'язку – незалежно від того, чи працюють ваші співробітники віртуально, у одному місці, у подорожі чи на об'єктах клієнтів. Це дозволяє здійснювати зв'язок із мобільними пристроями, комп'ютерами чи стаціонарними телефонами та з них. SIP дозволяє об'єднати голос і дані в одній мережі.

Оскільки немає потреби у фізичних лініях, масштабування відбувається швидко та легко в міру зростання вашої організації або потреб вашого бізнесу.

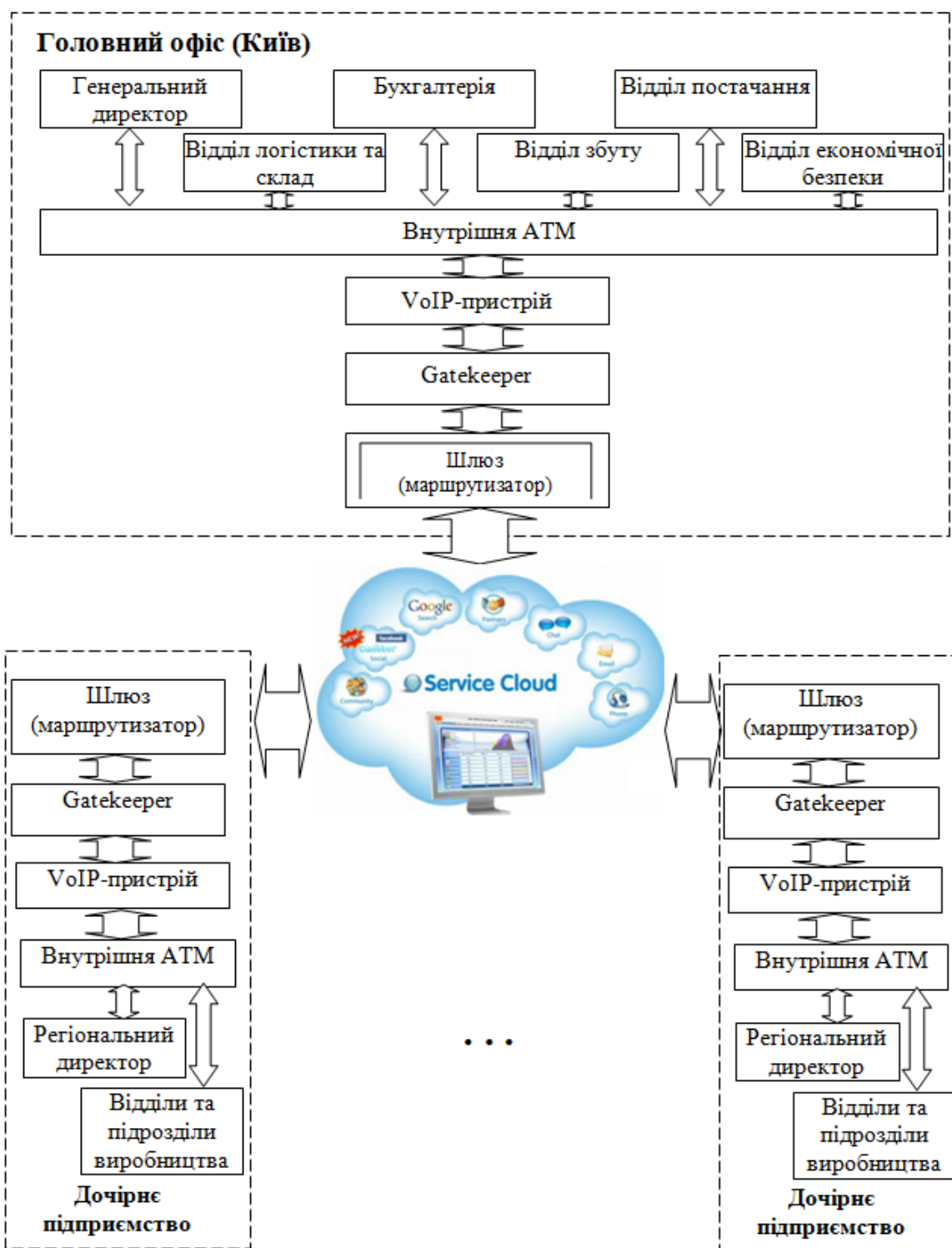


Рисунок 1 – Структурна схема системи

### Швидке повернення інвестицій (ROI)

Як ви можете собі уявити, традиційним бізнес-телефонним системам знадобилися роки, щоб отримати рентабельність інвестицій. Вони служили цінній меті, але багато компаній чекали на цю віддачу, коли технологічний прогрес зробив їхнє обладнання застарілим. SIP, з іншого боку, не вимагає капіталовкладень і невеликих початкових витрат для впровадження. З мінімальними початковими інвестиціями, можливістю вибрати лише ті

послуги, які вам потрібні, і відсутністю дорогого апаратного забезпечення, яке може застаріти, ви майже миттєво отримаєте рентабельність інвестицій.

### **Уніфіковані комунікації**

Сучасні операції зазвичай вимагають різноманітних комунікаційних засобів. Однак наявність кількох різнорідних систем програмного забезпечення є головним боєм для навчання та обслуговування. SIP дозволяє вашій організації перейти до інтегрованого набору комунікаційних інструментів.

Уніфіковані комунікації як послуга (UCaaS) поміщає всі ваші інструменти для спілкування та співпраці на одну хмарну керовану платформу. Ваші команди можуть отримати доступ до всього, що їм потрібно, щоб підтримувати продуктивність і обслуговувати своїх клієнтів, від відеоконференцій до обміну миттєвими повідомленнями, програмного забезпечення для презентацій, програм для співпраці та інших бізнес-інструментів на одній єдиній інтегрованій платформі. Оскільки це керована платформа інтегрованого програмного забезпечення, вашій команді ніколи не доведеться турбуватися про виправлення, оновлення програмного забезпечення або потенційну несумісність програмного забезпечення.

### **Надійність**

SIP відрізняється високою надійністю. Ваше з'єднання залишається стабільним, навіть якщо немає Інтернету. Забезпечуючи резервування, SIP дозволяє продовжувати спілкування та співпрацю навіть у разі збою.

### **Простота адміністрування**

Транкінг SIP надає адміністративну панель, яка робить зміни швидкими та простими. Ви можете додавати лінії, змінювати спосіб маршрутизації дзвінків, додавати або видаляти служби та багато іншого. Лише за кілька хвилин ви можете додавати, змінювати або припиняти послугу, а також купувати та керувати номерами телефонів, змінювати параметри виставлення рахунків, а також переглядати й експортувати записи даних про виклики в реальному часі. Усе, що вам потрібно для керування корпоративними комунікаціями, доступне за запитом.

### **SIP проти VoIP – це легко**

Зрозуміти різницю між SIP і VoIP так само просто, як зрозуміти, що це різні технології, які можна повністю налаштувати для спільної роботи. Багато компаній у всіх галузях віддають перевагу SIP, оскільки його легко впровадити, він має високу масштабованість і економічну ефективність – незалежно від бюджету. Це відкриває двері до здібностей до спілкування та співпраці, необхідних для того, щоб залишатися продуктивними та конкурентоспроможними.

Щоб отримати максимальну віддачу від послуг SIP і VoIP, потрібно мати відповідного партнера-провайдера.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP; Досліджена система комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання комунікації Cloud-сервісів з використанням SIP/VoIP. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnov, O., Neskrodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskrodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
5. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sherov Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
11. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020*. P. 161-165.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020*. P. 172-177.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
19. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, crp. 315-327.
20. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019*. P.22-28.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

УДК 004

**М.Кілочицька, магістр гр. КН-22МЗ,***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО АДМІНІСТРУВАННЯ КОМП'ЮТЕРА У МЕРЕЖІ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХПІДТРИМКИ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. Об'єктом дослідження є процес віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. Предметом дослідження є методи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Віддалене керування комп'ютерами для надання віддаленої підтримки сьогодні здобуває все більшу популярність. Це цілком обґрунтовано, тому що має безліч плюсів, наприклад, віддалене керування комп'ютером через Інтернет. Замислюючись про те, чи потрібна вам ця послуга віддалене керування комп'ютером, варто зрозуміти, що вона собою представляє.

У багатьох користувачів комп'ютерів і інших ІТ-систем може виникнути питання доцільності віддаленого керування, про те, наскільки воно вигідно й корисно. При цьому користь від нього очевидна:

1. Виключається необхідність виклику ІТ-персоналу при виникненні неполадок.
2. Виключається можливість раптової зупинки роботи через певні несправності, тому що дана послуга дозволяє здійснювати безперервний онлайн аудит системи й вчасно діагностувати й усувати проблеми по засобах віддаленого робочого стола.
3. Немає необхідності подовгу очікувати фахівця, щоб довідатися як підключиться до комп'ютера друга, тому що при виникненні неполадок фахівці, що здійснюють дистанційний контроль над станом системи, можуть приступитися до їхнього усунення негайно, задіявши remote desktop.
4. Підвищуються загальні результати роботи ІТ-систем в організації.

Це лише основні переваги, який характеризується робочий стіл віддалений доступ. І вже при обліку перерахованих переваг можна зробити вивід, що керування комп'ютером віддалено може стати необхідним при будь-яких умовах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:



– Огляд існуючих систем віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки.

– Дослідження системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки.

– Програмна реалізація системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки.

*Об'єктом дослідження* є процес віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки.

*Предметом дослідження* є методи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу. Переваги віддаленої підтримки. Оперативність.** Фахівцеві служби техпідтримки користувачів не потрібно виїжджати до робочого місця користувача (в офіс або додому), щоб вирішити проблему з комп'ютером, а досить запустити віддалений робочий стіл.

**Широкі можливості для налаштування програмного забезпечення, устаткування й бізнес програмного забезпечення**

С допомогою віддаленого доступу можна вирішувати проблеми, пов'язані із програмним забезпеченням, уникаючи відряджень: установка й налаштування програм, налаштування операційної системи, а іноді навіть і з устаткуванням (наприклад, проблеми з підключенням) – у цьому випадку теж можна допомогти віддалена підтримка, якщо направляти дії клієнта (у тому числі й за допомогою голосових повідомлень).

#### **Економія часу й грошей**

Вдаючись до допомоги віддаленої підтримки, вдається заощадити значну суму коштів і часу, як з боку служби техпідтримки, так і для користувача завдяки так званім відрядженням онлайн.

#### **Невимогливість до каналу зв'язку й апаратному забезпеченню**

Сучасне програмне забезпечення оптимізоване для каналів зв'язку з невисокою пропускнуою здатністю – можна віддалено працювати не тільки через ADSL, але й по GPRS і навіть по dial-up. Також віддалена підтримка не вимагає потужного комп'ютера – підійде й звичайна офісна робоча конячка.

#### **Високий рівень безпеки**

Всі передані дані (зображення на екрані, текстові й голосові повідомлення) піддаються шифруванню за допомогою стійких криптоалгоритмів. Є можливість паролічного захисту й фільтрації доступу по IP-адресах (тобто доступ можна дозволити тільки із заданих вами комп'ютерів і підмереж).

#### **Розмаїтість способів як управляти віддаленим комп'ютером**

Програмне забезпечення для віддаленої підтримки може працювати в декількох режимах – керування комп'ютером віддалено, асистування, перегляд робочого стола, копіювання файлів на комп'ютер користувача й назад, адміністрування.

#### **Нові можливості для навчання**

Використовуючи віддалену підтримку в режимі асистування, можна організувати дистанційне навчання клієнтів або студентів: проводити навчальні онлайн семінари, віддалені курси семінари й т.п.

#### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема розробленого програмного забезпечення системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки складається з наступних шести компонентів:

- Головний сервер.
- Сховище даних.

- SQL-сервер і база даних.
- Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки.

- Клієнтський реєстратор.

- Центр керування.

#### **Головний сервер**

Програмне забезпечення основного сервера, що звичайно розташовується на тій же машині, що й SQL-сервер бази даних, забезпечує такі послуги, як відновлення програмного забезпечення й перевірку ліцензій для всіх комп'ютерів, зконфігурованих під додаток «Клієнтський реєстратор».

#### **Сховище даних**

Всі додатки «Клієнтський реєстратор» передають свою інформацію в сховище «Сховище даних» через попередньо встановлені інтервали часу. Ця інформація містить дані про подію, образи екранів і вкладення в електронну пошту. Потім «Сховище даних» пересилає ці дані в базу даних на SQL-сервері й зберігає образи екранів і вкладення електронної пошти в мережному каталозі, доступному через додаток «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки».

#### **SQL-сервер і база даних**

SQL-сервер і база даних зберігають всі записані події, зібрані за період часу на контрольованих комп'ютерах. Керування базою даних, включаючи резервне копіювання й архівування, виробляється через додаток «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки».

#### **Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки**

Додаток «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки» є центральним пунктом для моніторингу дій на віддаленому комп'ютері у розроблене програмне забезпечення системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. Додаток «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки» направляє запити до SQL-сервера на одержання даних про подію й витягає образи екрана й поштові вкладення з мережного каталогу. «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки» є додатком Windows на основі графічного інтерфейсу .NET. Є можливість установити в мережі більше одного додатка «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки». Також можливо зконфігурувати кілька баз даних, до кожної з яких буде доступ за допомогою «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки».

Основний сервер, сховище «Сховище даних» і SQL-сервер з базою даних можуть перебувати на одному комп'ютері рівня сервера або можуть бути розподілені між декількома машинами для поліпшення продуктивності. Додаток «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки» і «Центр керування» можуть перебувати на одній машині, але дуже часто ці компоненти ізольовані друг від друга по міркуваннях безпеки. Наприклад, особа, що відповідає за установку клієнтських компонентів, може бути не вповноважене для перегляду зібраних даних. В організації можуть бути розгорнуті кілька копій додатка «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки». Наприклад, можна надати копію додатка менеджерів кадрів або лінійному керівникові, щоб він міг спостерігати за співробітниками для реалізації системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. Перегляд з кожного екземпляра «Блок системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки» може бути обмежений для особи, що виконує аналіз даних, доступом тільки до інформації, що має відношення до системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки.

### Запис подій

У розробленому програмному забезпеченні системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки реалізована передова технологія моніторингу комп'ютерів, що автоматично записує всі дії, включаючи що відправляються й прийняті повідомлення електронної пошти, спілкування в чатах і системах миттєвого обміну повідомленнями, відвідувані веб-сайти, набрані на клавіатурі дані, передані / надруковані / збережені файли й багато чого іншого.

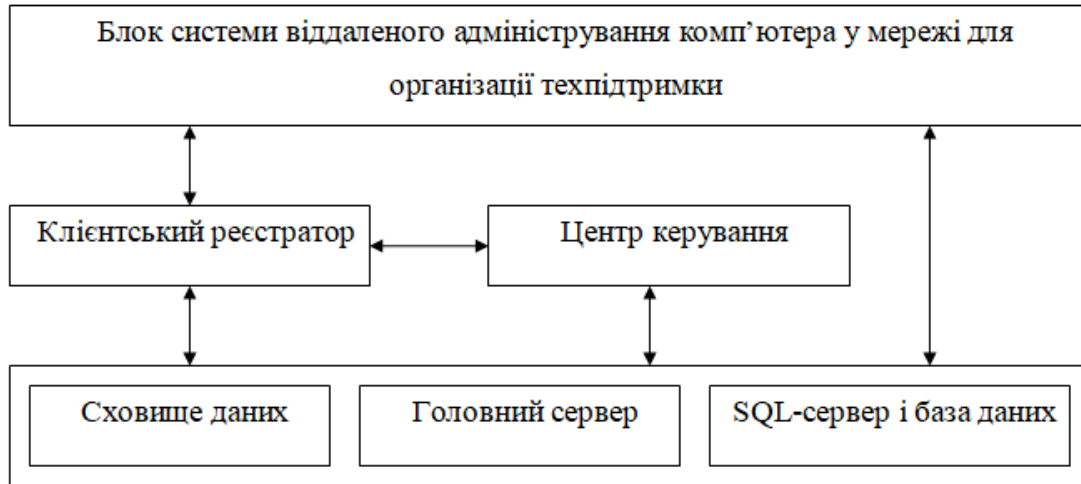


Рисунок 1 – Структурна схема системи

### Опції й параметри конфігурації клієнта розробленого програмного забезпечення системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки

Додаток «Реєстратор» відповідає за реєстрацію всіх дій і запис образів екранів зі спостережуваних комп'ютерів і передачу цієї інформації в додаток «Сховище даних». Додаток «Реєстратор» добре конфігурується й може бути тонко настроєне для кожного екземпляра установки. Звичайно «Реєстратор» конфігурується за допомогою розробленого програмного забезпечення системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки «Центр керування» і потім встановлюється на клієнтській машині.

#### Клієнтський реєстратор

Цей програмний компонент конфігурується й встановлюється на кожний комп'ютер, що підлягає моніторингу й може працювати в «схованому режимі», так що співробітники не будуть знати про спостереження за ними. Додаток «Клієнтський реєстратор» добре конфігурується й може використовуватися для фільтрації й блокування специфічного трафіку, диспетчеризації доступу до мережі, генерації оповіщення по ключових словах і інших функціях.

#### Центр керування

Всі клієнтські додатки «Клієнтський реєстратор» конфігуруються й управляються додатком розробленого програмного забезпечення системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки «Центр керування», що використовується для установки клієнтських додатків на комп'ютери, розташовані у внутрішній мережі компанії. Додаток «Центр керування» також відповідає за конфігурування сховища даних «Сховище даних».

#### Поради щодо забезпечення підтримки мережі для віддалених працівників

Підприємства повинні модернізувати свої мережі для підтримки віддаленої роботи, а ІТ-команди забезпечують належну пропускну здатність і безпеку мереж, а також спеціальну допомогу для віддалених працівників.

Віддалені працівники потребують надійної мережевої підтримки з боку керівництва організації.

З початком пандемії COVID-19 зросла популярність дистанційної роботи, яку також називають дистанційною роботою. Підприємствам раптово довелося підтримувати сотні чи тисячі віддалених працівників, і командам керування мережею потрібно було адаптуватися. Віддалена робота продовжує залишатися популярним варіантом серед працівників, тому компаніям важливо усвідомлювати, що віддалені працівники потребують іншої підтримки, ніж співробітники в офісі.

Постійною метою мережевих команд є забезпечення оптимальної підтримки, безпеки, надійності та продуктивності як для особистих, так і для віддалених співробітників. У рамках цих зусиль команди керівництва запровадили стратегії модернізації та покращили конфігурацію мережі та керування безпекою.

ІТ-адміністратори відповідають за сприяння та керування дистанційною роботою. Щоб забезпечити найкращі можливі результати для віддалених працівників, організаціям важливо мати цілеспрямований і проактивний підхід до віддаленої роботи. У цій статті наведено вказівки щодо моніторингу та керування продуктивністю та безпекою мережі для віддалених працівників. Також надається контрольний перелік дій, яких команди мережі можуть дотримуватися, щоб забезпечити мережеву підтримку для цих співробітників.

### **Правила та процедури віддаленої роботи**

Офіційна політика щодо технології віддаленої роботи є важливим компонентом програми. Ця політика відрізняється від загальної корпоративної політики щодо віддаленої роботи. Він зосереджений насамперед на технологіях, необхідних віддаленим працівникам для виконання своїх обов'язків у безпечному середовищі. ІТ-команди повинні документувати, регулярно оновлювати та поширювати процедури віддаленої роботи. Таким чином віддалені працівники можуть безпечно підключатися до необхідних ресурсів.

### **Пристрої кінцевого користувача**

На початку дистанційної роботи співробітники зазвичай використовували свої персональні ноутбуки або комп'ютери. Однак в ідеалі організації видають віддаленим працівникам налаштовані та налаштовані ноутбуки. За такої домовленості співробітники все ще можуть використовувати особисті пристрої, такі як смартфони, планшети та інші подібні пристрої.

Підприємства повинні налаштувати на кожному пристрої відповідне програмне забезпечення для безпечного доступу до корпоративної VPN або іншої корпоративної мережі. Замість таких домовленостей ІТ-відділи повинні забезпечити конфігурацію персональних пристроїв віддалених працівників для доступу до ресурсів компанії. Віддаленим користувачам може знадобитися мати обліковий запис компанії на своїх пристроях на додаток до особистого.

### **Мережеві ресурси для віддаленої роботи**

Хоча VPN є безпечним методом віддаленого підключення до корпоративних ресурсів, організаціям може бути складно отримати достатню кількість ліцензій VPN для підтримки кожного співробітника. Додайте до цього витрати на механізми доступу, такі як двофакторна (2FA), багатфакторна автентифікація (MFA) або керування паролями, щоб забезпечити безпечний вхід до ресурсів компанії. У цьому випадку інфраструктура корпоративної мережі компанії може бути кращим засобом для віддалених працівників.

Управління смугою пропускання для роботи віддалених працівників залишається важливою діяльністю. Віддалені користувачі можуть підключатися до VPN своєї компанії через Інтернет, тому необхідну пропускну здатність у центрі обробки даних компанії може знадобитися суттєве збільшення, щоб впоратися з попитом. Це може означати переговори з операторами LAN і WAN щодо додаткової пропускну здатності. Програмно визначені глобальні мережі також можуть оптимізувати пропускну здатність.

### **Безпека віддаленої роботи**

Віддалена робота завжди підвищує занепокоєння щодо безпеки. Хоча VPN мають власні атрибути безпеки, важливо розширити безпеку в додаткових напрямках. Наприклад, 2FA і MFA є ключовими методами доступу. Шифрування даних — у спокої та в русі — є ще

однією важливою діяльністю. Деякі технології забезпечують безпеку майже будь-якої транзакції даних. Моделі безпеки з нульовою довірою додатково підвищують атрибути безпеки.

Окрім основної діяльності, регулярно аналізуйте ризики безпеки, загрози та вразливі місця. Це може допомогти виявити потенційних загроз, які можуть порушити роботу віддалених мереж за допомогою:

- Пошкодження або викрадення даних під час передачі.
- Знайомство з фішинговими шахрайствами.
- DDoS атаки.
- Атаки програм-вимагачів.

Команди можуть допомогти зберегти безпеку мережі, розгорнувши системи безпеки, які контролюють стан віддаленого з'єднання. Ці системи безпеки можуть запускати тести на проникнення, а також симулювати злами та атаки, щоб забезпечити стабільні та справні віддалені з'єднання.

Віддалені працівники повинні мати у своїх системах антивірусні програми, програми-вимагачі, засоби контролю доступу та шифрування, щоб забезпечити безпеку на межі мережі. Підготовлені компанією ноутбуки та інші робочі станції можуть допомогти досягти цього.

### **Віддалене адміністрування роботи**

Компанії з віддаленими працівниками повинні мати групи ІТ-мереж і безпеки, які займаються їх роботою. Оптимізуйте внутрішні відділи служби підтримки для підтримки віддалених працівників. Це може означати відокремлення віддаленої допомоги від внутрішньої діяльності з підтримки. Якщо це неможливо, переконайтеся, що у команд підтримки є необхідні інструменти для віддаленої діагностики проблем і надання рішень.

Заміна обладнання на місці неможлива для віддалених працівників. Таким чином, працівникам може знадобитися самостійно отримати товари на заміну або чекати на доставку.

Постійний моніторинг усіх віддалених співробітників та їхніх мережевих з'єднань необхідний для швидкого виявлення потенційних проблем. Доступні численні засоби діагностики мережі. Головне – вибрати інструменти, які забезпечують як віддалений моніторинг, так і діагностику. Додаткова адміністративна діяльність включає наступне:

- За потреби підключайте пристрої.
- Перегляньте й оновіть брандмауер і правила системи виявлення вторгнень /системи запобігання вторгненням.
- Оцініть використання та тенденції VPN.
- Керуйте сегментацією мережі, якщо вона використовується.
- Відстежуйте зміни трафіку WAN і реагуйте на них.
- Перевірте підключення віддаленого доступу.
- Аналізуйте ризики, загрози та вразливі місця.
- Відстежуйте використання хмарних технологій, які підтримують віддалену роботу.
- Перегляньте та оновіть плани аварійного відновлення, пов'язані з віддаленою роботою.
- Встановіть резервні механізми на випадок збою мережі.
- Надайте поради та вказівки віддаленим працівникам, зокрема тренінги щодо найкращих практик та ознайомлення з дистанційною роботою.
- Переконайтеся, що ресурси для співпраці, такі як Microsoft Teams і Zoom, доступні та працюють.

### **Віддалені та офісні працівники**

Співробітники в офісі мають доступ до всіх відповідних мережевих ресурсів і ресурсів безпеки. Співробітники в офісі можуть швидко вирішити виниклі проблеми та залучити ІТ-спеціалістів у разі необхідності.



Навпаки, віддалені працівники мають більший ризик для своєї здатності виконувати свої обов'язки. Вони покладаються на віддалені мережі, такі як Wi-Fi і доступ до Інтернету через місцевого оператора, які можуть бути ненадійними на 100%. Віддаленим співробітникам потрібні заходи безпеки та мереж, такі як 2FA/MFA та VPN.

Віддалена діагностика проблем і усунення несправностей може бути більш складною. Настільні інструменти повинні мати можливість синхронізуватися з системами центру обробки даних. Інструменти для співпраці необхідні для зустрічей і підтримки зв'язку. Повинні діяти процедури надзвичайних ситуацій для усунення незапланованих збоїв.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки; Досліджена система віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
3. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
6. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
7. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
8. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
12. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyzy, M., «QoE optimization technique for media

- delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
13. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
  16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
  18. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
  19. Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
  20. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  21. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.

УДК 004

**В.Коваленко, магістр гр. КН-22М-1,***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ФАЙЛАМИ НА IPHONE

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління файлами на iPhone. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління файлами на iPhone. Об'єктом дослідження є процес управління файлами на iPhone. Предметом дослідження є методи управління файлами на iPhone. Методи дослідження базуються на методах теорії побудови операційних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи управління файлами на iPhone. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Перш ніж розробити свою систему управління файлами на iPhone розглянемо штатний оглядач. Програма Apple Files дозволяє переглядати та керувати файлами, що зберігаються в онлайн-сервісах, таких як iCloud Drive, Box, Dropbox, Google Drive і Microsoft OneDrive, усе в одному місці. Ви також можете переглядати файли, що зберігаються безпосередньо на вашому iPhone або iPad, і виконувати з ними різні команди.

З кожною новою версією iOS і iPadOS Apple доповнює програму Files новими цікавими функціями. Щоб переконатися, що ви можете використовувати найновіші програми, перейдіть у Налаштування > Загальні > Оновлення ПЗ. Ваш пристрій повідомить вам, що програмне забезпечення оновлено, або запропонує завантажити останнє оновлення. Тепер давайте перевіримо програму Файли, щоб дізнатися, як можна працювати з документами, фотографіями та файлами в хмарі та на вашому пристрої.

### **Підключіть служби до програми Files**

Коли ви вперше запускаєте Files, вам потрібно буде увімкнути служби, які ви використовуєте, і підключитися до них. Торкніться піктограми з крапкою вгорі та виберіть у меню «Редагувати», а потім увімкніть будь-які онлайн-локації, які ви хочете додати. Ви також можете натиснути на піктограму гамбургера поруч із улюбленими послугами та перетягнути кожен з них угору чи вниз, щоб відсортувати їх так, як вам потрібно.

Торкніться назви служби, яку потрібно завантажити. Коли ви це робите вперше, для перегляду елементів у цій папці потрібна автентифікація. У деяких випадках ви можете отримати повідомлення автентифікації, що означає, що вам потрібно спочатку відкрити програму, щоб використовувати її у Файлах. Зробіть це для кожного сайту, який ви додаєте, і ввійдіть за допомогою відповідного імені користувача та пароля для кожного.

### **Підключіться до зовнішнього накопичувача**

Ви можете підключити свій пристрій до USB-накопичувача, SD-карти або зовнішнього жорсткого диска. Для цього вам потрібно фізично підключити накопичувач до вашого iPhone або iPad за допомогою відповідного адаптера та кабелю. Потім ви зможете отримати доступ до цього диска та його вмісту через програму Файли.

Якщо у вас є мережевий сервер або NAS, ви можете підключитися до нього за допомогою свого пристрою та отримати до нього доступ через програму Файли. Просто переконайтеся, що він підтримує SMB (Server Message Block), універсальний мережевий протокол, який дозволяє різним системам отримувати доступ до тих самих файлів і спільно використовувати їх, і що цю функцію увімкнено.

Щоб налаштувати це в програмі «Файли», торкніться піктограми з крапкою у верхньому правому куті, виберіть «Підключитися до сервера», а потім введіть назву або IP-адресу сервера. (Наприклад, щоб отримати доступ до мого Synology NAS, мені потрібно було ввести smb://, потім назву NAS, а потім .local, як у smb://SynologyNAS.local.) Потім введіть ім'я користувача та пароль для цього пристрою.

Спочатку я не міг підключитися до NAS. На корисному онлайн-форумі я виявив, що мені потрібно встановити максимальний протокол SMB на SMB3. Якщо у вас виникли проблеми з підключенням до сервера або NAS через програму «Файли», вам може знадобитися зв'язатися з постачальником по допомогу.

Програма Files також сумісна із зашифрованим диском, хоча наразі підтримуються лише диски, відформатовані за допомогою APFS. Щоб спробувати це, підключіть зашифрований пристрій зберігання даних або підключіться до зашифрованої спільної мережі. Виберіть диск і торкніться посилання «Заблокувати». Введіть пароль для диска, а потім виберіть Розблокувати, щоб отримати доступ до диска.

### **Пошук і перегляд файлів**

Ви можете знайти файли в різних місцях. У полі пошуку вгорі введіть назву потрібного файлу. Програма сканує ваші різні місця та відображає список результатів пошуку у відповідь.

Якщо ви часто користуєтеся одними і тими самими папками, позначте їх як уподобання, щоб швидко отримати до них доступ у майбутньому. Натисніть папку та виберіть у меню «Вибране». Після цього на лівій бічній панелі з'явиться розділ «Вибране». Щоб позначити інші папки як вибрані, перетягніть їх у розділ «Вибране».

Нещодавно доступні файли можна швидко знайти всередині програми. Торкніться запису «Останні» на бічній панелі, щоб переглянути нещодавно додані, переміщені або переглянуті файли.

За допомогою програми «Файли» ви навіть можете отримати доступ до файлів, завантажених у Safari. Завантажте PDF-файл, аудіофайл або документ із Safari, і папка «Завантаження» з'явиться в програмі «Файли». Торкніться «На моєму iPhone» або «На моєму iPad», і ви побачите папки для інших програм і служб на вашому пристрої, а також папку «Завантаження». Відкрийте цю папку, щоб отримати доступ до файлів, завантажених у Safari.

Торкніться певної файлової служби, щоб переглянути папки та файли, які в ній зберігаються. Торкніться файлу, щоб відкрити його, і програма завантажить і відобразить файл. Таким чином можна переглядати документи, PDF-файли, зображення, аудіофайли та відео. Фотографії та інші статичні зображення можна навіть редагувати за допомогою вбудованих інструментів малювання та розфарбовування.

### **Керуйте своїми файлами**

Ви можете керувати основними файлами, копіюючи, переміщуючи або видаляючи файли. Відкрийте одну зі своїх онлайн-служб зберігання, щоб переглянути збережені папки та файли. Щоб виконати команду для одного файлу, натисніть його мініатюру. З меню ви можете копіювати, дублювати, переміщувати, перейменувати, переглядати, позначити тегами, ділитися або видаляти файл.

Щоб запустити команду для кількох файлів, торкніться посилання «Вибрати» у верхньому правому куті на iPad (кнопка прихована за піктограмою з трьома крапками на iPhone), а потім торкніться кожного файлу, який потрібно включити. У нижній частині екрана відображаються посилання для спільного використання, дублювання, переміщення та видалення вибраного файлу. Торкніться «Більше», щоб побачити додаткові команди, наприклад «Завантажити» та «Стиснути».

Під час перегляду файлу також доступні певні команди. У вікні перегляду натисніть стрілку вниз біля назви файлу. Залежно від типу файлу ви можете потенційно зберегти, скопіювати, перемістити, перейменувати, експортувати або надрукувати його.

Оскільки ваш iPad працює із зовнішньою мишею, ви можете вибрати кілька файлів одночасно, не використовуючи опцію «Вибрати». Переконайтеся, що вашу мишу підключено до вашого iPad, а потім клацніть і перетягніть рядок файлів, щоб вибрати їх усі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління файлами на iPhone.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління файлами на iPhone.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем управління файлами на iPhone.
- Дослідження системи управління файлами на iPhone.
- Програмна реалізація системи управління файлами на iPhone.

*Об'єктом дослідження* є процес управління файлами на iPhone.

*Предметом дослідження* є методи управління файлами на iPhone.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії побудови операційних систем, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Надамо опис розробленої системи управління файлами на iPhone. Вона повинна:

1. Відкривати багато файлів убудованими засобами перегляду.
2. Відкривати наявні файли засобами сторонніх додатків, установлених на вашому пристрої.
3. Розроблена система управління файлами на iPhone дозволяє виконувати наступні функції:
  - Створювати текстові файли.
  - Записувати звукові файли.
  - Імпортувати фото й відео з бібліотеки пристрою.
  - Працювати з багатьма Інтернет-сервісами в тому числі Google docs, DropBox.
  - Організувати файли в каталоги/папки.
  - Відправляти файли по електронній пошті.
  - Відправляти документи на друк.
  - Стискати дані в архів.
  - Публікувати в Інтернет.
4. Додаток дозволяє завантажувати/передавати файли із ПК на пристрій і навпаки, по Wi-Fi мережі без установки додаткових програм.
5. Завантажувати із Інтернету файли за допомогою убудованого браузера.
6. Додаткові функції.

#### **Завантаження й вивантаження файлів з iPhone, iPod touch, iPad**

Запустіть додаток «Система управління файлами на iPhone» на пристрої, натисніть на іконку Wi-Fi, по середині екрана з'явиться повідомлення із вказівкою IP адреси й номеру порту вашого iOS пристрою. Ці дані варто ввести в адресний рядок браузера на ПК. Після переходу по зазначеній IP адреси, потрапите на сторінку де буде доступний перелік файлів, що зберігаються в додатку розробленої системи управління файлами на iPhone на iOS пристрої.

Для завантаження файлів з iOS пристрою, необхідно просто натиснути на файл, що цікавить вас, і він скачає браузером на ваш ПК.

Кнопка «Файли в інтернет» дозволяє завантажити файли на пристрій з вашого ПК.

#### **Завантаження файлів з мережі Інтернет**

Для завантаження файлів з мережі Інтернет, варто скористатися убудованим браузером.

Відкриється сторінка оглядача зі стартовою сторінкою (за замовчуванням «Google»).



Знайдіть потрібний файл із мережі, натисніть на посилання й виберете потрібну вам дію: «Open» (відкрити), «Download» (скачати), «Копіювання Link»(копіювати посилання).

У випадку вибору «Download», почнеться завантаження файлу на пристрій, процес завантаження можна спостерігати нажавши на відповідну кнопку.

### **Відкриття файлів сторонніми додатками**

Розроблена система управління файлами на iPhone уміє відкривати файли засобами сторонніх додатків.

Приклад: Вам потрібно відредагувати документ формату Excel (xls), для цього буде потрібно сторонній додаток, одним з таких є програма «Числа» (Програма для створення й редагування таблиць). Для відкриття файлу xls засобами «Числа», торкніться й утримуйте палець на імені обраного вами файлу, поки не з'явиться контекстне меню, виберіть «Відкрити у».

Розроблена система управління файлами на iPhone запропонує список додатків (з тих що встановлено на вашому пристрої) підтримуючу роботу з вашим файлом, у нашому випадку це «Числа».

Після вибору додатка, файл зкопіюється в додаток і відкриється в ньому.

### **Налаштування розробленої системи управління файлами на iPhone**

Натисніть іконку налаштувань. З'явиться меню налаштувань, у якому доступні наступні налаштування:

**«Передача файлів»** – містить наступні параметри:

- Передача файлів Дозволено – вмик/вимк доступ до пристрою через Wi-Fi.
- Автентифікація – установити логін і пароль на бездротової доступ до iOS пристрою.

– Номер порту – номер порту, через який буде доступний пристрій.

– Bluetooth Передача файлів – вмик/вимк доступ через Bluetooth.

**«Пароль»** – дозволяє встановити пароль на запуск додатка:

– Задати – задати пароль.

– Змінити – змінити пароль.

– Блокувати – блокувати додаток при поверненні зі сну.

– Простий – простий пароль (чотири цифри), якщо виключити функцію, то можна ввести складний пароль (букви й цифри).

**«Вид»** – Налаштування виду файлового менеджера:

– Розширення – показувати розширення файлів.

– Передперегляд – показувати іконки передперегляду файлів.

– Іконки – показувати іконки передперегляду зі збереженням пропорцій.

**«Завантаження з інтернету»** – керування панеллю завантаження даних з інтернет сервісів:

– Видалення зі списку – видаляти зі списку завантажень після завершення.

– Задати папку – задати папку в яку будуть завантажуватися файли. При включенні цієї функції з'явиться поле «Вибір папки» при натисканні на яку можна буде вибрати папку з каталогу або створити нову наприклад «Download».

– Існування файлу – якщо при завантаженні, файл із такою назвою існує, то можна вибрати одне із трьох дій: «Перезапис» перезаписати на новий, «Перейменування» перейменувати, «Пропустити» пропустити й не завантажувати.

– Файли в Інтернеті – якщо при відправленні файлу на інтернет сервер, файл із такою назвою вже існує, то можна вибрати одне із трьох дій: «Перезапис» перезаписати на новий, «Перейменування» перейменувати, «Пропустити» пропустити й не завантажувати.

**«Браузер»** – налаштування убудованого інтернет-браузера:

– Домашня сторінка – сторінка відображується при старті браузера.

– Остання сторінка – відкривати сторінку на якій закінчився огляд Інтернету.

– Папка завантажень – вибір місце завантаження при завантаженні файлу з інтернету: «Вибрати» – завжди запитувати куди зберігати, «Поточна Папка» – поточна папка яка була відкрита при запуску браузера, «Встановити Папку» – вибрати папку для збереження файлів за замовчуванням.

– Код – зберігає до пам'яті рядок коду й при вставці цього коду в адресний рядок Safari відкриє цю сторінку в браузері розробленої системи управління файлами на iPhone.

«Відкрити файл» – відкрити файл для перегляду.

«Pdf Переглядач» – перегляд PDF документів.

– розроблена система управління файлами на iPhone Pdf Переглядач – вмик/вимк переглядач розробленою системою управління файлами на iPhone. При включенні з'являться додаткові параметри:

– Режим Переглядача – тип перегляду: весь документ прокручуванням «Прокручування», посторінково «Посторінково» або «Перевертання» перевертання сторінок.

– Збільшення – при вмикненому режимі, щоб збільшити документ потрібно два рази клікнути одним пальцем, а щоб зменшити клікнути двічі двома пальцями.

– При вимкненому наблизити й віддалити потрібно подвійним клічем одним пальцем.

«Переглядач Зображень» – переглядач зображень:

– Затримка – час затримки перевертання слайдів.

– Повтор – повтор відтворення слайдів.

– Випадково – перегляд у випадковому порядку.

– Приховання панелі – ховати панель при перегляді зображень.

«Переглядач тексту» – редактор текстових документів:

– Тип шрифту – тип шрифту.

– Розмір шрифту – розмір шрифту.

– Колір тексту – колір тексту.

– Колір тла – колір тла.

– Відкриття редактору – завжди при відкритті файлу клікнувши по документу відкриється редактор.

– Правописання – перевірка на орфографії.

«Диктофон» – налаштування аудіо-запису на диктофон:

– дозволяє вибрати якість і кількість каналів відтворення.

«Аудіо налаштування» – налаштування відтворення звукових файлів:

– Автоматично – якщо включено, то при натисканні на трек він автоматично почне відтворення музики.

– Наступний – якщо включено, то під час відтворення, по закінченню треку почнеться наступний за списком.

– Повтор – повтор відтворення композицій по колу.

«Конвертор зображень» – формат збереження зображень із бібліотеки пристрою в середовище розробленої системи управління файлами на iPhone:

– PNG – переносить у форматі PNG.

– JPG – переносить у форматі JPG (дозволяє вибрати ступінь компресії).

«Якість відео» – якість відео з бібліотеки пристрою.

**Функції розробленого управління файлами на iPhone**

Розроблена система управління файлами на iPhone має стандартні функції файлового менеджера: копіювання, перенос, перейменування, видалення файлів і т.д. Для цього в списку файлів виберіть об'єкт, що цікавить вас, торкніться й утримуйте палець над файлом, поки не з'явиться спеціальне меню, у якому будуть доступні наступні функції:

– Функція «E-mail» – дозволяє опрацювати файл по електронній пошті (на пристрої повинен бути настроєний поштовий клієнт).

– Функція «Передача файлів» – дозволяє передавати файли усередині Wi-Fi мережі із пристрою на пристрій або по Bluetooth, за умови що розроблена система управління файлами на iPhone встановлена на обох iOS пристроях.

- Функція «Файли в Інтернет» – дозволяє публікувати файли в Інтернет.
- Функція «Відкрити у» – дозволяє відкривати файли засобами сторонніх програм.
- Функція «Архівування» – дозволяє стискати кілька файлів в архів.
- Функція «Переміщення» – дозволяє переміщати файли з каталогу в каталог.
- Функція «Копіювання» – дозволяє копіювати файли.
- Функція «Перейменування» – дозволяє перейменувати файли.
- Функція «Видалення» – видалення файлів.
- Функція «Властивості» – властивості файлу.

#### **Додаткові функції:**

У правому нижньому куті є символ «А» відповідальний за сортування списку файлів:

- Ім'я – сортування за іменем.
- Дата – по даті.
- Розширення – по розширенню.
- Розмір – по розміру.
- Перші папки – завжди першими знаходяться папки.
- Зростання – сортувати по зростанню.
- Убування – по убунню.

Символ «+» з лівої сторони ховає за собою наступні функції:

- Папка – створення папки.
- Текстовий файл – створення текстового файлу.
- Бібліотека – завантаження з ваших фото альбомів.
- Диктофон – запис аудіофайлу на диктофон.

Для підключення будь-якого інтернет сервісу, необхідно просто натиснути плюс у верхній лівій частині «Сервіси інтернету», вибрати потрібний вам сервіс і ввести логін і пароль.

#### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. На ній показано структуру розробленого програмного забезпечення управління файлами на iPhone. Вона складається з наступних основних структурних блоків:

- Операційна система Apple iOS.
- Система управління файлами на iPhone.
- Пам'ять.
- Комунікації.
- Вбудовані додатки.

Операційна система Apple iOS складається чотирьох рівнів абстракції, розглянутих нижче, а також наступних структурних блоків:

- Jailbreak – API доступу до файлової системи.
- Трьохмірний графічний інтерфейс користувача Cover Flow.
- Інтерфейс користувача Cocoa Touch з мультисенсорним екраном.
- Технологія Multitouch.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

Технологія iPhone представлена у вигляді шарів. Основний шар – це Core OS. На його вершині перебуває шар Core Services. На вершині шару Core Services перебуває шар Media. І на самій вершині перебуває шар Cocoa Touch. Взагалі можна ще більше спростити цю технологію. Можна розділити й об'єднати їх в 2 шари – це шар мови C і шар Cocoa мови Objective C (рисунок 2).

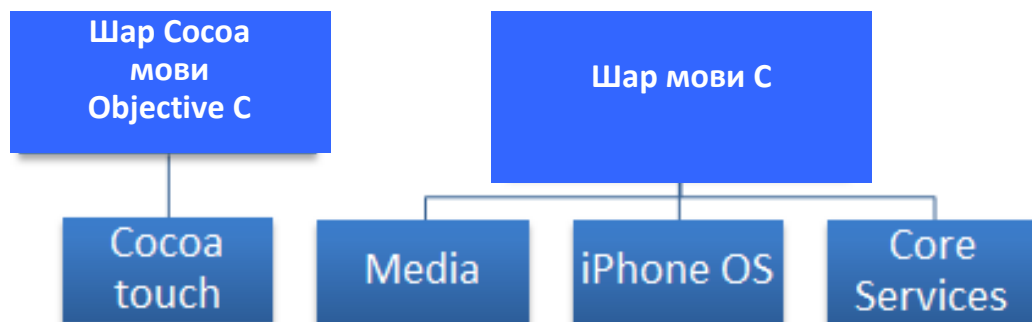


Рисунок 2 – Спрощена технологія iPhone

Шар мови C містить у собі шар операційної системи. Складається він з таких речей як низькорівневий файл вводу/виводу, порти й SQLite.

Пам'ять буває наступних видів:

- RAM.
- Flash.

Комунікації використовуються наступні:

- Wi-Fi.
- Bluetooth.
- USB 2.0.
- GSM/EDGE.
- GPS, A-GPS.

### **Jaibreak**

Програма, що реалізує систему управління файлами на iPhone, написана з використанням джейлбрейка. Джейлбрейк iPhone/iPod Touch/iPad – офіційно не підтримувана Apple операція, що дозволяє відкрити програмному забезпеченню повний доступ до файлової системи пристрою. Це дозволяє розширити можливості апарата, наприклад, уможливити підтримку тим оформлення й установку додатків крім App Store. Стає можливим установити версії програвачів від сторонніх розроблювачів (наприклад PWNPlayer), що володіють розширеними можливостями в порівнянні зі стандартним, а також працювати з файловою системою, як з такою у звичайного ПК або КПК.

iOS, так само, як і Android, виконує всі додатки від імені користувача з обмеженими правами. Таким чином, додатки (незалежно від засобів розробки, використаних для їхнього створення) не можуть робити деякі системні виклики ядра ОС, а також не мають доступу до деяких директорій.

Що особливо важливо, деякі директорії стають read-only для додатків, у той час як системні процеси як і раніше зберігають можливість їхньої модифікації.

Таким чином, компанії-виробники реалізували захист від зміни важливих системних даних – ці дані можуть змінюватися тільки системним процесом, що виконує над ними строго певні операції з перевітками (наприклад, цифрових підписів на встановлюваному софті). При цьому через відсутність адмінських прав у додатків стає неможливим також і хакерські операції над цим системним процесом (за допомогою модулів ядра, ptrace і т.д.).

Обмеження встановлене, наприклад, для захисту від копіювання додатків третіх фірм.

У число «важливих системних даних» у випадку iOS входить, наприклад, колекція встановленого на телефон софта. Тобто без jailbreak неможливо занести в телефон ніякий софт, крім як з AppStore.

Jailbreak зламає наведене вище обмеження, наприклад, використанням setuid біта на виконуються файлах, що, або ослабленням прав доступу до важливих директорій.

Jailbreak для iOS дає наступні можливості:

- використання софта з боку настільного ПК (софт реалізований як надбудова над компонентами з iTunes), що дає повний доступ до файлової системи пристрою за аналогією з MS ActiveSync;

- можливість занесення в пристрій софта не з AppStore, наприклад, за допомогою Cydia. У числі цього софта є й інструменти для взлому захисту baseband (GSM-Чипа) від AT&T;

- можливість занесення в пристрій BSD-підсистеми (портування з «великого» Darwin), у яку входить SSH, тобто SSH-доступу до пристрою з можливістю виконання command-line інструментів (у тому числі інструментів для відв'язки від оператора).

Jailbreak у світі Android звичайно називається rooting, і приносить куди менше користі. Справа в тому, що Android, на відміну від iOS, не прив'язує пристрій до одному унікальному настільного ПК – для ПК пристрій виглядає так само, як його карта пам'яті, встановлена в карт-рідер, і аналоги iTunes для Android не більш ніж виконують операції з файлами на цій карті. Також Android дозволяє встановлювати додатки (файли.apk) не з Google Market.

Тому rooting несе не більш ніж функцію дозволу додаткам доступу на запис до всієї файлової системи, на завантаження кернел-модулів і так далі, тобто потрібний тільки для частини додатків, і те для реалізації тільки частини можливостей даних додатків (додаток працює в неповному об'ємі й без rooting).

Існує два типи джейлбрейка:



– Прив'язаний джейлбрейк – після кожного перезавантаження iPhone потрібне підключення до комп'ютера для завантаження через модифікований бутром, на більше нових бутах телефон вимагає підключення до ПК, для відновлення ПЗ, без втрати даних.

– Повний (відв'язаний) джейлбрейк – iPhone стає незалежним від комп'ютера й може завантажуватися через нормальний завантажник з модифікованим Bootrom.

Установка додатків звичайно відбувається через менеджер пакетів, такий як Cydia. У свою чергу, він являє собою візуальний фронтенд для модифікованого менеджера пакетів Debian.

Якщо буде потреба можливо повернути оригінальний заводський стан за допомогою iTunes. Так як Jailbreak суцільно програмна операція, то при цьому всі її сліди, як прийнято вважати, губляться. Теоретично можливе ведення журналу прошивання в спеціальному розділі пам'яті апарата, але підтвердження або спростування даної гіпотези важко, через закритість вихідного коду системи. Правда, існує гіпотетична погроза відмови блоку, відповідального за кабельну сполуку пристрою з комп'ютером. При цьому заводське прошивання буде не повернути до здачі в ремонт, що приведе до втрати гарантії. Однак, таких випадків дотепер не відбувалося.

З одного боку, джейлбрейк корисний, так як дозволяє трохи компенсувати користувачам апаратів незручності, пов'язані із пропрієтарною ліцензією Apple, як то: незручність користування App Store, прив'язка до одного комп'ютера й т.д. Також розблокований апарат здобуває функції, що давно стали стандартом де-факто в інших комунікаторах/КПК і були відсутні в iPhone/iPod Touch, наприклад, вільний доступ до файлової системи (реалізується за допомогою iFile або подібного софту з Cydia), або відправлення MMS (відсутній в iPhone 2G).

З іншого боку, jailbreak може принести незручності, так як програмне забезпечення, доступне в Cydia, на відміну від App Store, не перевіряється на надійність і безпеку й може завдати шкоди даним на апараті або стати причиною їхньої крадіжки. Так, установка пакета OpenSSH (у цілому дуже корисного), що відбувається автоматично при виконанні процедури джейлбрейка, без зміни паролів UNIX на апараті – застава викрадення даних, що для ділових людей може завдати значної шкоди.

Відомі випадки злому телефонів, підданих джейлбрейку. Відомі випадки, коли користувачі пристроїв з Jailbreak не могли одержати доступ до каталогу електронних книг iBooks.

Процедури злому, аналогічні Jailbreak для iOS, існують і для інших мобільних платформ із обмеженнями на установку додатків і доступ до файлової системи, включаючи Android і Symbian 9 і для ігрових консолей PS3.

### **Xcode**

Крім того, програма, що реалізує систему управління файлами на iPhone, написана з використанням Xcode.

### **Cocoa Touch**

Технологія Cocoa на iPhone називається Cocoa Touch (вона така ж як і звичайне Cocoa), так як iOS складається з подій дотику (touch). Коли ви доторкаєтеся до екрана iPhone (tap) – відбувається подія touch. Події touch дозволяють нам програмувати події на дотики користувачів.

Cocoa Touch супроводжується бібліотеками класів, необхідних для розробки додатка на iPhone. При розробці додатка на iPhone використовуються два framework – це Foundation framework і UIKit framework. Framework – це колекція кодів, що вирішують аналогічні завдання. Foundation framework присвячена стандартним темам програмування таким, як колекції, рядки, файли вводу/виводу й інші базові завдання. UIKit присвячена інтерфейсу iPhone і містить такі класи як UIView. При вивченні більше часу ми будемо приділяти UIKit.

### **Foundation Framework**

Foundation framework містить класи мови Objective C, які обгортають усередині себе функції низькорівневого програмування. Наприклад, замість того, щоб працювати з

низькорівневими файлами вводу/виводу можна працювати із класом NSFileManager. Foundation framework супроводжується безліччю класів, які реально повинні бути вивчені, якщо ви хочете розробляти додатка для iPhone.

### **iPhone Frameworks**

Нижче представлений список framework, які доступні розроблювачеві iPhone:

- Framework – Призначення.
- AddressBook – Доступ до списку контактів користувача.
- AddressBookUI – Відображення списку контактів.
- AudioToolbox – Потоки аудіоданих; запис і програвання відео.
- AudioUnit – Аудіо одиниці.
- CFNetwork – Стільниковий і wi-fi інтернет.
- CoreFoundation – Схожий на Foundation framework, але рівнем нижче (краще його не використовувати).
- CoreGraphics – Quartz 2D.
- CoreLocation – Місце розташування користувача/GPS.
- Foundation – Шар Cocoa foundation.
- MediaPlayer – Програвання відео.
- OpenAL – Позиційні аудіобібліотеки.
- QuartzCore – Анімація.
- Security – Сертифіковані ключі й довірча політика.
- SystemConfiguration – Конфігурація інтернет.
- UIKit – Користувальницький інтерфейс iPhone.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління файлами на iPhone. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем управління файлами на iPhone; Досліджена система управління файлами на iPhone; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління файлами на iPhone. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління файлами на iPhone. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### **Список літератури**

1. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
2. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
3. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
4. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobaev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

7. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
8. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
9. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
10. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
11. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
12. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
13. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
14. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
15. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenco and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
17. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
18. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
19. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
20. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
21. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
22. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. International Conference «information technologies, systems and networks ITSN-2017». Chisinau, Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces “Alexandru cel Bun”. 2017. P7.

УДК 004

**Р.Маляренко, магістр гр. КН-22МЗ,***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ, ПОБУДОВАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖ NGBASET

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT. Об'єктом дослідження є процес моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT. Предметом дослідження є методи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT. Методи дослідження базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Технічний білий документ від CommScore надає детальну інформацію про останні розробки IEEE для NGBASE-T і відповідних специфікацій кабелів в Асоціації телекомунікаційної промисловості (TIA) у Сполучених Штатах (США) і в ISO/ IEC на підтримку цієї програми. Як зазначено в документі, «NGBASE-T означає наступне покоління BASE-T, додаток Ethernet, що перевищує 10 Гбіт/с через виту пару або збалансований кабель. IEEE 802.3 NGBASE-T Call for-Interest (CFI), що призвело до формування дослідницької групи для дослідження та, можливо, розробки цієї технології. Основним застосуванням цієї технології є середовище центру обробки даних для з'єднань між серверами та комутаторами в межах ряду, як правило, називають архітектурою кінця рядка або середини рядка.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBASET.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT.
- Дослідження системи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT.
- Програмна реалізація системи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT.

*Об'єктом дослідження* є процес моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT.

*Предметом дослідження* є методи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT.

*Методи дослідження* базуються на методах хмарних технологій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Системи моніторингу центрів обробки даних працюють за тими ж принципами, що й моніторинг будь-якої іншої технічної системи. Вони передбачають постійний і систематичний збір подій і даних про продуктивність технічних систем, їх обробку, аналіз і представлення інженерам. Інженери центрів обробки даних повинні постійно спостерігати за працездатністю системи та оперативно реагувати на будь-які існуючі або загрозові деградації чи несправності.

Моніторинг центру обробки даних є специфічним, оскільки включає моніторинг ІКТ та систем підтримки центру обробки даних, а також кореляції між ними. Існує багато систем, про які варто потурбуватися, коли йдеться про центр обробки даних, і наведено нижче системи, що стосуються центру обробки даних:

- Джерела живлення: ДБЖ (батареї, запобіжники/вимикачі, перемикачі), генератори електроенергії (напруга, рівень палива, температура, рівень масла тощо), електромережа.
- Розподіл електроенергії (стійкові та підлогові PDU, дистанційні панелі живлення – RPP, стійкові автоматичні перемикачі – ATS, шини)
- HVAC (опалення, вентиляція та кондиціонування повітря, установки CRAC тощо)
- Датчики навколишнього середовища (температура, вологість, потік повітря)
- Фізична охорона (датчики диму/пожежі, двері, дверні замки, блоки контролю доступу, камери тощо)

Звичайно, ІКТ (комунікаційні та обчислювальні) системи також є центром моніторингу центру обробки даних (мережа, сервери, сховища, мережа зберігання даних, стрічкові бібліотеки, платформи віртуалізації, контейнерні платформи, а також моніторинг на рівні додатків). Належні рішення для моніторингу центру обробки даних забезпечать повне уявлення про всі згадані вище системи.

#### **Ключові аспекти моніторингу ЦОД**

##### **Електромережа та трансформатори**

Основним джерелом живлення в центрі обробки даних є електромережа, яка зазвичай має високу напругу (залежно від оператора електропостачання, напруга від 10 кВ до 35 кВ). Стан комунальної мережі зазвичай визначається спеціалізованими датчиками, які надають дані в реальному часі, такі як напруга, потужність для фаз і температура обладнання. Дані використовуються для виявлення відключень електромережі, коливань напруги, фазового балансу потужності та інших даних, важливих для належного моніторингу електроенергії.

Далі енергія високої напруги перетворюється на трансформатори, які забезпечують потужність низької напруги (0,4 кВ), яка використовується обладнанням центру обробки даних. Багато великих центрів обробки даних відстежують специфічні для трансформатора структурні параметри, такі як температура, рівень і якість масла, вологість, вібрація, газ (DGA – аналіз розчинених газів), температура обмотки, стан перемикача, а також параметри обслуговування, такі як навантаження, використання та коефіцієнт потужності. Усі ці параметри мають вирішальне значення, щоб гарантувати відсутність серйозної несправності трансформатора, оскільки заміна цих блоків займає багато місяців і спричиняє величезні витрати. Дані зазвичай надаються спеціалізованими системами, реалізованими всередині трансформатора, або датчиками, доданими поверх стандартного трансформаторного обладнання.

##### **Резервні генератори, ДБЖ, батареї, перемикачі**

Резервні генератори електроенергії є невід'ємним компонентом кожного центру обробки даних, коли енергосистема відключається. Вони повинні забезпечувати достатню потужність для роботи всього центру обробки даних, доки енергомережа не запрацює знову, і забезпечення їх запуску в разі потреби має вирішальне значення для безвідмовної роботи центру обробки даних. Тому моніторинг генераторів електроенергії також важливий. Параметри, які необхідно постійно контролювати, включають рівень і якість палива, рівень і якість масла, температуру двигуна, рівень охолоджуючої рідини і її температуру (як в режимі



очікування, так і в активному стані), а також напругу і ємність стартової батареї. Хорошою практикою є проведення тест-драйвів силового двигуна, як правило, щотижня або щомісяця, під час яких можна перевірити, чи всі системи працюють належним чином і чи двигун надійно запускається. Під час цього тест-драйву, а також під час фактичної роботи силового двигуна, необхідно додатково контролювати навантаження двигуна та його використання, вихідну напругу та струм, частоту обертання двигуна, частоту генерованої напруги/струму, рівень вібрації, температуру вихлопних газів та викиди газів для перевірки екологічності.

У деяких центрах обробки даних система моніторингу використовується для виявлення випадків, коли основний резервний генератор електроенергії не запускається вчасно. Інженери оперативно сповіщаються про ситуацію та можуть ініціювати запуск вторинних резервних генераторів дистанційно або вручну.

Джерело безперебійного живлення (UPS) виконує дві важливі ролі: воно забезпечує буфер між відключенням електроенергії від мережі та запалюванням резервного генератора (до кількох хвилин), а також стабілізує та кондиціонує вихідну потужність, усуваючи будь-які стрибки, стрибки та інші аномалії. Його основним компонентом є набір батарей, які використовуються для накопичення електричної енергії під час нормальної роботи та забезпечення живлення під час відключення електроенергії.

Тому моніторинг ДБЖ має вирішальне значення, щоб уникнути збоїв у електроживленні, а основні параметри, що контролюються, включають стан батареї (нормальний, низький, розряджений), час роботи від батареї, час роботи від батареї, заряд батареї, вологість, температуру, струм батареї, загальне навантаження на ДБЖ, напругу вхідної лінії та вихідну напругу. Моніторинг гарантує, що інженери розуміють, які батареї потрібно замінити і коли, а також які оновлення необхідні для забезпечення нормальної роботи постійного струму.

Перемикачі – це пристрої, які використовуються для безперервного перемикання електричного навантаження від одного джерела живлення до іншого. Автоматичний перемикач перемикання (ATS) автоматично визначає несправність основного джерела та автоматично перемикається на вторинний. Вони є частиною ДБЖ, але також можуть використовуватися в стійках центру обробки даних для забезпечення резервного живлення для пристроїв, що мають один блок живлення. Такі комутатори можна ефективно контролювати та використовувати для надання інженерам необхідних даних під час будь-якого переривання живлення в центрі обробки даних.

### **Розподіл потужності**

Блок розподілу електроенергії (PDU) є важливим компонентом системи розподілу електроенергії центру обробки даних. Зазвичай це пристрій із кількома розетками, які використовуються для підключення кінцевих пристроїв. PDU бувають різних форм і форм. З точки зору розміщення, це можуть бути PDU для стійки або підлогові PDU, які використовуються в невеликих розгортаннях. Великі центри обробки даних розгортають корпусні PDU, які розміщуються в окремих шафах у центрах обробки даних, поруч із кількома стійками, до яких вони подають живлення. Іншим компонентом, що використовується у великих центрах обробки даних, є віддалені панелі живлення (RPP), які використовуються для розподілу електроенергії на групу стійок (наприклад, цілу кімнату обробки даних), і ДБЖ зазвичай підключаються до RPP. У деяких центрах обробки даних використовується технологія Busway, яка виступає в якості одного з елементів розподілу електроенергії.

Для оптимальної роботи та керування центром обробки даних усі ДБЖ, RPP та шини повинні керуватися дистанційно. Це означає, що всі компоненти можуть надсилати статуси та дані продуктивності в центральну систему моніторингу/управління. Можна контролювати фазне навантаження, стан переривань/запобіжників, поточне навантаження та отримувати повідомлення про ефективність тощо. Дані вимірювань також важливі для контролю правильного балансу фазного навантаження.

У центрах обробки даних спільного розміщення дуже важливо, щоб PDU забезпечували споживання електроенергії на розетку, оскільки це є основою для нарахування плати за енергоспоживання для кінцевих клієнтів. Він також використовується для розрахунку доступності електроенергії для кінцевих клієнтів і перевірки узгоджених параметрів SLA.

Вимірювання загального розподілу електроенергії постійно контролюються для розрахунку загального енергоспоживання та ефективності розподілу електроенергії, а також вхідних даних для розрахунку одного з основних KPI центру обробки даних: PUE. PUE означає ефективність використання електроенергії і визначається як відношення загальної потужності об'єкта до загальної потужності обладнання.

#### **HVAC/CRAC і датчики навколишнього середовища**

Кондиціонер повітря (HVAC) відповідає за підтримку температури, вологості та якості повітря на рівні, необхідному для ІТ-обладнання. Це складна система, яка повинна бути адаптована до розсіювання тепла, щільності та теплової конструкції приміщення. Це досягається правильним розгортанням блоків CRAC (кондиціонування повітря в комп'ютерній кімнаті). Незалежно від внутрішньої надлишковості системи, необхідний постійний моніторинг багатьох параметрів, щоб гарантувати її належну роботу: статус охолодження, осушувача, опалення, потужність компресора, тиск і температуру в різних секціях системи тощо. Встановлення високих/низьких значень для тиску, температури, потоку рідини та інших параметрів має вирішальне значення для виявлення будь-яких загроз належному кондиціонуванню в центрі обробки даних.

Однак продуктивність HVAC/CRAC також визначається шляхом непрямих вимірювань параметрів середовища в центрі обробки даних.

Одним з важливих аспектів кондиціонування повітря є забезпечення того, щоб холодне повітря CRAC досягало всіх секцій центру обробки даних, як планувалося. Для цього дата-центр оснащений датчиками, які вимірюють потік повітря, температуру та вологість. Датчики розміщуються (або мають бути) над і під підлогою та, можливо, у комп'ютерних стійках. Необхідно постійно контролювати ці параметри та доступність датчиків, щоб переконатися, що контроль охолодження та вологості працює за планом, і що є можливість контролювати параметри.

#### **Безпека та фізична безпека**

Безпека в центрі обробки даних забезпечується за допомогою вимірювань датчиків, пов'язаних із виявленням диму/пожежі та затоплення. Моніторинг може легко виявити дим і співвіднести його зі станом системи пожежогасіння. Якщо пожежогасіння залишається неактивним у разі пожежі, інженери можуть вжити заходів для ручного запуску вогнегасників або вжити інших необхідних заходів.

Датчик затоплення встановлено для виявлення води у разі катастрофічних подій, але частіше для виявлення води через конденсацію або витік теплоносія з системи HVAC. У таких випадках моніторинг центру обробки даних може допомогти вжити належних заходів.

Фізична безпека дата-центру реалізується за допомогою камер відеоспостереження всередині об'єкта та по периметру дата-центру. Тому важливий контроль за доступністю та справною роботою всіх камер. Контроль фізичного доступу складається з ряду елементів, які необхідно контролювати для належної роботи, а також їх фактичного стану. Сюди входять зчитувачі карток доступу, біометричні зчитувачі, клавіатури, контактні панелі, дверні контролери, дверні замки та електричні замки, турнікети, детектори руху та інші елементи.

Система відеоконтролю поєднується з контролем доступу, щоб забезпечити повний контроль над доступом до об'єктів ЦОД. Система моніторингу центру обробки даних може легко співвідносити статуси елементів, щоб надати повну інформацію про потенційні загрози. Наприклад, сигналізацію неавторизованого розблокування дверей стійки можна збагатити посиланням на відеоканал, який зосереджується на стійці для перевірки стану.

## Моніторинг ІКТ систем

Тепер, окрім специфічних аспектів моніторингу центру обробки даних, повний потенціал моніторингу центру обробки даних досягається лише шляхом поєднання його з «класичним» моніторингом системи ІКТ. Це включає в себе моніторинг комунікаційних мереж, серверів (фізичних і віртуальних), мереж і систем зберігання даних, систем резервного копіювання та архівування, операційних систем, баз даних і програм.

Ще одним аспектом, який сприяє повній безпеці, є ІТ-безпека, яка зазвичай реалізується за допомогою передових систем моніторингу та виявлення загроз, які зазвичай використовуються в Центрах безпеки (SOC).

Розглянемо технологію NGBaseT, на основі якої будуються центри обробки даних. Сервери й мережне встаткування з підтримкою технології 40 Gigabit Ethernet уже присутні на ринку, тому надзвичайно важливим стає проектування мереж передачі, які в найближчому майбутньому дозволять перейти на такі швидкості. Комітети зі стандартизації IEEE, TIA, ISO/IEC розробляють вимоги до електричних і фізичних характеристик трактів, які дозволять використовувати кручену пару як середовище передачі для 40Gb. Ethernet є найпоширенішою технологією організації фізичного рівня мережі передачі даних. Головна причина її успіху полягає в тому, що, незважаючи на експонентний ріст обсягів переданих даних, вартість передачі (у перерахуванні на біт) зберігається на розумному рівні. Крім цього, популярності Ethernet сприяли низька вартість і простота впровадження, легкість в обслуговуванні й широкі можливості вдосконалення. І хоча швидкість передачі даних за три десятиліття існування Ethernet зросла на кілька порядків, швидкий розвиток таких сервісів і додатків, як стільникові мережі 4G, потокове відео, хмарні сервіси, вилучене зберігання й відновлення даних і інші, висуває надзвичайно високі вимоги до швидкості передачі даних, особливо в межах ЦОД. Як середовище передачі даних для Ethernet використовуються кабелі на основі оптичного волокна або кручених пари. Спочатку при освоєнні нових рубежів швидкості Ethernet реалізовувалася по волоконній оптиці, однак через деякий час аналогічні швидкості виявлялися досяжні й із застосуванням крученопарного середовища передачі. Укупі з більшою низькою вартістю розгортання це прискорювало широке поширення чергового більше швидкісного варіанта технології. У цей час кабельні системи на основі кручених пари найбільше широко поширені в локальних мережах, особливо на рівні горизонтального розподілу сервісів Ethernet. Але й у ЦОД кручена пара застосовується в значних обсягах, оскільки однаково придатна для різних типів архітектури, використовуваних при побудові центрів обробки даних (Top of Rack, Middle of Row, End of Row). Максимальна швидкість передачі даних, забезпечувана крученопарною проводкою, становить поки 10 Гбіт/с. Відповідний стандарт, IEEE 802.3ap, де визначаються параметри протоколу передачі Ethernet на 10 Гбіт/с (10GBase), був опублікований у червні 2006 року як підсумок трирічної роботи з розробки вимог до нового протоколу з урахуванням збереження сумісності з попередніми версіями Ethernet і існуючими топологіями мереж. Мережні топології, які повинен був підтримувати новий протокол, розроблялися з обліком уже існуючих топологій, призначених для підтримки більше низьких швидкостей передачі, і були орієнтовані переважно на розгортання кабельних мереж в офісах, а не центрах обробки даних з їхніми специфічними особливостями. У результаті активне встаткування, призначене для передачі 10 Gigabit Ethernet, повинне було підтримувати тракт передачі довжиною до 100 м, що містить 4 з'єднувачі (як для екранованого, так і неекранованого варіанта). Ці вимоги накладали значні обмеження на конструкцію активного мережного встаткування (позначуваного звичайно як РНУ) і тим самим значно затримали вивід нової технології на ринок. Робоча група, що розробляє стандарт IEEE 802.3bq і відповідальна за визначення вимог до Next Generation Base, виділила деякі аспекти, пов'язані з кабельною проводкою, оптимізація яких дозволить прискорити вивід на ринок нового протоколу передачі даних. Нижче розглянемо ці основні можливості, що відкривають шлях до поліпшень.

### **Топологія мережі розраховуючи на більше короткі лінії**

NGBase (40GBase) розробляється головним чином для застосування в ЦОД, де відстані між активним устаткуванням (від комутатора до сервера або до пристрою зберігання даних) значно менше, ніж в офісних мережах. Менша довжина трактів передачі означає допустимість більше високих значень для відношення сигнал-шум, що, у свою чергу, сприяє скороченню енергоспоживання активного встаткування. У цей час зниження цього показника є одним з найважливіших факторів, прийнятих в увагу замовниками.

### **Використання винятково екранованої проводки**

Такий вибір дозволить зменшити вплив міжкабельних наведень (Alien Crosstalk – наведення, що виникають між прилеглими кабелями,). Оскільки вимоги до рівня міжкабельних наведень були одними з найважливіших для коректної роботи протоколу 10GBase, системи, де застосовувалася неекранована елементна база, виявлялися значно більше сприйнятливими до цього параметра. Сьогодні більшість виробників кабельних систем згодні з тим, що забезпечити дотримання необхідних характеристик і, відповідно, надійну роботу NGBase (40Gb) можна тільки при використанні екранованої елементної бази. У результаті ті вендори, які раніше лобювали неекрановані кабельні системи для підтримки 10GBase, погодилися з необхідністю застосування винятково екранованого варіанта в новому стандарті.

### **Вироблення однакових вимог до крученопарної елементної бази з боку TIA і ISO/IEC**

Обидві організації (американська і міжнародна) розробляють стандарти на кабельні системи відповідно до вимог робочої групи IEEE до передатних характеристик для протоколу 40GBase. Виробіток однакових вимог до передатних характеристик дозволить уникнути плутанини (як це було у випадку 10GBase), що відбувається через те, що вимоги до окремих параметрів з боку TIA відрізняються від вимог ISO/IEC.

Робочі групи розглядають два можливих сценарії:

- перший позначається як Class I або Категорія 8 (залежно від комітету зі стандартизації) і базується на елементній базі Категорії 6А;
  - другий – як Class II і передбачає використання елементної бази Категорії 7А.
- Обидва сценарії припускають збільшення частотної межі до 2 ГГц.

### **Облік внутрішнього компонування активного встаткування при моделювання каналу (Channel)**

Облік впливу цих елементів (магнетики, розведення плат і т.п.) на модель кабельної системи на етапі визначення вимог повинен сприяти зменшенню перекручувань сигналу при передачі й, як наслідок, скороченню споживання енергії для його обробки.

### **З'єднувачі для 40GBase**

Як і інші учасники ринку, фахівці TE Connectivity беруть активну участь у діяльності профільних робочих груп у складі комітетів зі стандартизації. Тим часом інженери компанії працюють над поліпшенням конструкції з'єднувача, в основу якого покладений добре відомий інтерфейс RJ45. Результатом цих зусиль стало досягнення вимог, заданих TIA Cat.8 (драфт 0.9 від 9 серпня 2013) і ISO/IEC Class I (драфт N2121 від 17 квітня 2013), при цьому забезпечується зворотна сумісність із існуючими сервісами Ethernet.

Передбачаючи потребу в з'єднувачах для високошвидкісної передачі даних, ще в 2007 році TE Connectivity розробила й випустила модульне гніздо AMP-TWIST 7AS SL Jack. Воно має частотну межу в 1000 МГц і має всі особливості, властивим продуктам серії AMP-TWIST. Це гніздо повністю відповідає твердим вимогам ISO/IEC Class II (драфт N2121 від 17 квітня 2013) у відношенні 40GBase.

Сервери й мережне встаткування з підтримкою технології 40 Gigabit Ethernet уже присутні на ринку, тому надзвичайно важливим стає проектування мереж передачі, які в найближчому майбутньому дозволять перейти на такі швидкості. Єдиним варіантом організації тракту передачі 40 Gigabit Ethernet довжиною більше 7 м зараз є застосування оптичного середовища передачі.



Комітети зі стандартизації (IEEE, TIA, ISO/IEC) розробляють вимоги до електричних і фізичних характеристик трактів, які дозволять використовувати кручену пару як середовище передачі для 40 Gigabit Ethernet. Однак параметри, якими виробники активного встаткування можуть оперувати для розробки пристроїв, що підтримують протокол 40GBase, поки не специфіковані. Тому жоден проектувальник кабельної інфраструктури центра обробки даних не може бути впевнений у тім, що мідною проводкою буде підтримуватися швидкість 40 Гбіт/с, якщо тільки мова не йде про пряме з'єднання «точка-точка» (40GBaseCR4, до 7 м).

Крім того, не до кінця визначені вимоги відносно наступних аспектів:

- методик випробувань елементної бази на високих частотах, які потрібні для підтримки протоколу 40GBase;
- сумісності між сполучним і комутаційним устаткуванням різних виробників;
- методик польових випробувань змонтованої кабельної системи.

У той же час у результаті діяльності комітетів зі стандартизації досягнута згода у відношенні декількох ключових питань, що задає подальший напрямок роботи:

1. Основним інтерфейсом для активного встаткування (Media Device Interface, MDI) обраний RJ45 у силу його широкої поширеності й звичного форми-фактора. Інтерфейси інших типів теж можуть бути стандартизовані, якщо їхні робочі характеристики стануть перевершувати можливості RJ45 (див. також урізання «З'єднувачі для 40GBase»).

2. До робочих характеристик кабельної проводки повинні пред'являтися більше тверді вимоги, чим у випадку систем, що підтримують попереднє покоління Ethernet. Це дозволить спростити конструкцію приймачепередаючого встаткування й скоротити його енергоспоживання.

3. Для досягнення гарного рівня стійкості до електромагнітних перешкод необхідно використовувати екрановану елементну базу.

4. Імовірне розширення моделі тракту передачі сигналу на весь інтервал від приймачепередавача до приймачепередавача з метою скорочення перекручувань сигналу при передачі й зменшення додаткової обробки (post-processing) даних.

У міру наближення дати публікації стандарту (можливо, це відбудеться в 2025 році) будуть точніше визначені електричні й фізичні параметри, і, як наслідок, постачальники кабельної продукції зможуть розробити на їхній основі ефективні рішення для створення телекомунікаційної інфраструктури, повністю відповідним новим вимогам. Поки занадто рано робити які-небудь висновки щодо параметрів протоколу 40GBase, тому необхідно ретельно аналізувати подібні заяви.

#### Розробка структурної схеми

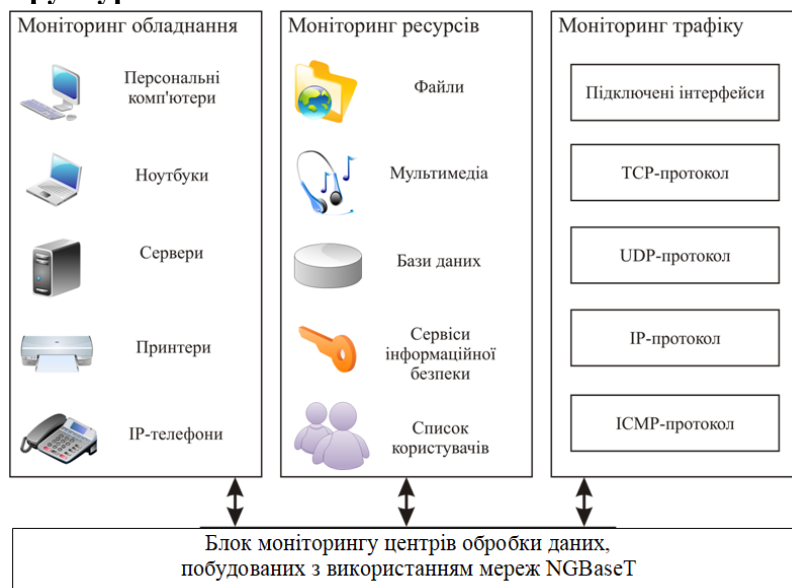


Рисунок 1 – Структурна схема системи



З рисунку видно, що моніторинг локальної мережі здійснюється з трьох напрямків:

– Моніторинг обладнання центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT.

– Моніторинг ресурсів центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT.

– Моніторинг трафіку центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT; Досліджена система моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBaseT. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530*, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». *CEUR Workshop Proceedings Volume 3156*, 2022, Pages 390-399.
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
10. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
11. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
13. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete

- Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
  17. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
  20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

УДК 004

Д.Михайлов, магістр гр. КН-22М-2,  
Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ ТА НАВЧАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів. Об'єктом дослідження є процес створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів. Предметом дослідження є методи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів. Методи дослідження базуються на методах штучного інтелекту, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Розпізнавання зображень – це здатність комп'ютерів ідентифікувати та класифікувати конкретні об'єкти, місця, людей, текст і дії в цифрових зображеннях і відео. Як додаток комп'ютерного зору, програмне забезпечення для розпізнавання зображень працює шляхом аналізу та обробки візуального вмісту зображення чи відео та порівняння його з отриманими даними, що дозволяє програмному забезпеченню автоматично «бачити» та інтерпретувати те, що є, так, як це може робити людина. здатний.

Розпізнавання зображень – це застосування комп'ютерного зору, у якому машини ідентифікують і класифікують конкретні об'єкти, людей, текст і дії в цифрових зображеннях і відео. По суті, це здатність комп'ютерного програмного забезпечення «бачити» та інтерпретувати речі у візуальних медіа так, як це може зробити людина.

Розпізнавання зображень є невід'ємною частиною технології, яку ми використовуємо щодня – від функції розпізнавання обличчя, яка розблоковує смартфони, до мобільних чекових депозитів у банківських програмах. Він також широко використовується в таких сферах, як медична візуалізація для виявлення пухлин, зламаних кісток та інших аберацій, а також на фабриках для виявлення дефектної продукції на конвеєрі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- існуючих систем створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів.
- Дослідження системи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів.
- Програмна реалізація системи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів.

*Об'єктом дослідження* є процес створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів.

*Предметом дослідження* є методи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів.

*Методи дослідження* базуються на методах штучного інтелекту, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Нейронні мережі зробили революцію в області комп'ютерного зору, дозволивши машинам розпізнавати та аналізувати зображення. Вони стають все більш популярними завдяки своїй здатності вивчати складні моделі та особливості. Особливо згорткові нейронні мережі (CNN) є найпопулярнішим типом нейронної мережі, що використовується в обробці зображень.

Але також трансформатори зору (ViT) стають все більш популярними останнім часом завдяки революційним досягненням генеративних попередньо навчених трансформаторів (GPT) та інших архітектур на основі трансформаторів у обробці природної мови.

Загалом, нейронні мережі обробляють і розпізнають зображення різними способами. Це залежить від архітектури мережі та проблеми, яку ми повинні вирішити. Деякі з найпоширеніших проблем, які нейронні мережі вирішують із зображеннями, включають:

- Класифікація зображень – включає призначення мітки або категорії зображенню. Наприклад, чи зображення містить kota чи собаку.
- Виявлення об'єктів – визначення та виявлення об'єктів на зображенні.
- Сегментація зображення – передбачає перетворення зображення на набір областей пікселів, представлених маскою або позначеним зображенням.
- Генерація зображень – створення нових зображень на основі певних критеріїв або характеристик

Є деякі інші проблеми, які нейронні мережі вирішують із зображеннями, включаючи підписи до зображень, відновлення зображення, виявлення орієнтирів, оцінку пози людини та передачу стилю

### **Класифікація зображень**

Класифікація зображень є найпопулярнішим завданням комп'ютерного зору, коли ми навчаємо нейронну мережу призначати мітку або категорію вхідному зображенню. Це можна зробити за допомогою різних методів, але найпоширенішими є згорткові нейронні мережі (CNN).

### **Згорткові нейронні мережі**

CNN складаються з кількох рівнів, включаючи згорткові рівні, рівні об'єднання та повністю зв'язані рівні. Згорткові шари є серцем мережі та відповідають за вивчення функцій із вхідного зображення. Зокрема, вони застосовують серію фільтрів до зображення, кожен з яких фіксує певний візерунок або функцію, наприклад краї, текстури або форми.

### **Популярні архітектури CNN**

Протягом багатьох років було розроблено кілька архітектур CNN, кожна зі своїми унікальними функціями та перевагами. Деякі з найпопулярніших:

- VGG16.
- InceptionNet.
- ResNets.
- NFNets.
- EfficientNets та інші.

### **Трансформери зору**

Ключова ідея трансформаторів зору полягає в застосуванні архітектури трансформатора, спочатку розробленої для завдань обробки природної мови, до завдань обробки зображень. Архітектура трансформатора складається з механізмів самоконтролю, які дозволяють моделі звертати увагу на різні частини вхідної послідовності під час прогнозування.

При обробці зображень вхідними даними для моделі трансформатора є послідовність фрагментів зображення, а не все зображення. Потім ці патчі обробляються серією трансформаторних блоків, що дозволяє моделі отримувати локальну та глобальну інформацію:

#### **4. Виявлення об'єктів**

Виявлення об'єктів – це виявлення об'єктів у зображенні чи відео шляхом призначення мітки класу та рамки обмеження. Наприклад, він приймає зображення як вхідні дані та генерує одну або кілька обмежувальних рамок, до кожної з яких додається мітка класу.

Виявлення об'єктів – це поєднання двох завдань:

- Локалізація об'єкта.
- Класифікація зображень.

Алгоритми локалізації об'єкта визначають розташування об'єкта на зображенні та вказують його положення, малюючи рамку навколо нього. Ці алгоритми приймають зображення, що містить один або кілька об'єктів, як вхідні дані та визначають розташування об'єктів, вказуючи положення, висоту та ширину обмежувальних рамок:

#### **Виявлення об'єктів за допомогою нейронних мереж**

Подібно до класифікації зображень, CNN зазвичай використовуються для цього завдання. Ми можемо навчити CNN на наборі даних позначених зображень, кожне з яких має обмежувальні рамки та мітки класів, що ідентифікують об'єкти на зображенні. Під час навчання мережа вчиться ідентифікувати та класифікувати об'єкти на зображенні та знаходити їх за допомогою обмежувальних рамок.

Найпопулярнішими архітектурами нейронної мережі для виявлення об'єктів є:

- Ти дивишся лише раз (YOLO).
- Регіональні згорткові нейронні мережі (R-CNN, Fast R-CNN тощо).
- Одиночний детектор (SSD).
- Retina-Net.

#### **Ти дивишся лише раз (YOLO)**

YOLO – одна з найпопулярніших архітектур нейронної мережі та алгоритмів виявлення об'єктів. Алгоритм YOLO поділяє вхідне зображення на сітку та передбачає обмежувальні прямокутники та ймовірності класу для кожної комірки сітки. Він передбачає ймовірність класу та розташування кількох об'єктів за один прохід через мережу, що робить його швидшим і ефективнішим, ніж інші алгоритми виявлення об'єктів.

Щоб відфільтрувати обмежувальні рамки, що перекриваються, і вибрати найточнішу, використовується техніка, яка називається немаксимальним придушенням. Немаксимальне придушення працює шляхом вибору обмежувальної рамки з найвищим показником достовірності. Після цього він видаляє будь-які інші поля, які перекриваються з ним більш ніж на певний поріг:

YOLO має кілька версій, кожна з яких покращує попередню. Більше інформації про алгоритми YOLO можна знайти в нашій статті тут.

#### **Сегментація зображення**

Нейронні мережі є популярним інструментом для сегментації зображень, і існує кілька типів сегментації зображень, які ми можемо виконати за допомогою нейронних мереж. Деякі з найпоширеніших типів сегментації зображень за допомогою нейронних мереж:

- Семантична сегментація.
- Сегментація екземплярів.
- Виявлення межі.
- Паноптична сегментація.



### **Семантична сегментація**

Семантична сегментація включає призначення мітки класу кожному пікселю зображення. По суті, це означає, що якщо на зображенні є два або більше об'єктів одного класу, семантична сегментація поверне єдину маску, що включає всі об'єкти одного класу:

Нейронні мережі можуть виконувати семантичну сегментацію, навчивши їх виводити маску сегментації, яка призначає мітку класу кожному пікселю зображення. CNN є найпоширенішою нейронною мережею для вирішення семантичної сегментації. Деякі з популярних архітектур:

- SegNet.
- U-Net.
- DeepLab.

### **Сегментація екземпляра**

Окрім семантичної сегментації, сегментація екземплярів може розрізняти різні екземпляри одного класу. Нейронні мережі можуть виконувати сегментацію екземплярів, виводячи маску сегментації, яка призначає мітки класу та екземпляра кожному пікселю зображення.

Деякі з популярних архітектур, наприклад, сегментація:

- Маска R-CNN.
- MaskLab.
- TensorMask.

### **Виявлення меж**

Виявлення меж – це процес ідентифікації країв або меж об'єктів на зображенні. Нейронні мережі можуть виконувати виявлення меж, навчаючи їх виводити двійкову маску, яка підсвічує межі об'єктів на зображенні. Кілька архітектур виявлення меж працюють добре, зокрема:

- ResUNet.
- Маска R-CNN.
- Швидше виявлення краю CNN.

### **Паноптична сегментація**

Підводячи підсумок, паноптична сегментація – це комбінація семантичної та екземплярної сегментації. Це означає, що цей підхід розділяє зображення на окремі об'єкти або речі (сегментація екземплярів) і аморфний фон або області речей (семантична сегментація).

Ми можемо виконати панорамну сегментацію за допомогою нейронних мереж, навчивши їх виводити маску сегментації, яка включає як екземпляри об'єктів, так і області речей. Деякі з найбільш перспективних моделей:

- Мережі піраміди панорамних функцій.
- Ефективний PS.

### **Генерація зображення**

Нейронні мережі мають можливість генерувати реалістичні зображення, вивчаючи великий набір даних зображень. Генерація зображень за допомогою нейронних мереж є складним процесом, який передбачає моделювання розподілу ймовірностей вхідних зображень і створення нових зображень, які відповідають цьому розподілу. Є кілька архітектур нейронної мережі, які ми можемо використовувати для створення зображень:

- Генеративні змагальні мережі (GAN).
- Варіаційні автокодери (VAE).
- Авторегресійні моделі.

Крім того, існують деякі гібридні рішення, такі як DALL-E, створені OpenAI.

### **Генеративні змагальні мережі (GAN)**

GAN – це популярна архітектура для створення зображень, яка включає дві нейронні мережі: генератор і дискримінатор. Генератор вчиться генерувати зображення з вектора випадкового шуму, подібні до реальних зображень у наборі даних. У той же час

дискримінатор вчиться розрізняти реальне і згенероване зображення. Шляхом проб і помилок генератор вчиться генерувати зображення, які вводять дискримінатора в оману, в результаті чого генеруються реалістичні зображення:

### **Варіаційні автокодери (VAE)**

VAE – це нейронні мережі, які складаються з двох частин: кодера та декодера. Мережа кодера відображає вхідне зображення на низьковимірний вектор прихованого простору. Після цього мережа декодера генерує нове зображення з цього вектора. Відбираючи точки з латентного простору, VAE може генерувати нові зображення, подібні до вхідних зображень:

### **Авторегресійні моделі**

Авторегресійні моделі генерують зображення піксель за пікселем, використовуючи розподіл ймовірностей кожного пікселя з урахуванням попередніх пікселів як орієнтир. Вони можуть створювати високоякісні зображення, але можуть бути обчислювально дорогими та трудомісткими. Для створення зображень можна використовувати кілька типів авторегресійних моделей, зокрема PixelCNN і PixelRNN.

### **DALL-E**

DALL-E – це архітектура нейронної мережі, розроблена OpenAI, яка може генерувати зображення з текстових описів. Поточна версія, DALL-E 2, в основному складається з двох частин: Prior і Decoder. Prior перетворює введений текст у вектор вбудовування зображення. Після цього Decoder бере цей вектор і генерує зображення.

Нижче наведено приклад одного конкретного виходу DALL-E:

### **Як працює розпізнавання зображень?**

Щоб зрозуміти, як працює розпізнавання зображень, важливо спочатку визначити цифрові зображення.

Цифрове зображення складається з елементів зображення або пікселів, які просторово організовані у двовимірну сітку або масив. Кожен піксель має числове значення, яке відповідає його інтенсивності світла або рівню сірого, пояснив Джейсон Корсо, професор робототехніки в Університеті Мічигану та співзасновник стартапу комп'ютерного зору Voxel51.

Використовуючи розпізнавання зображень, система комп'ютерного зору може розпізнавати моделі та закономірності в усіх цих числових даних, які відповідають таким речам, як люди, транспортні засоби чи пухлини. Це, по суті, автоматизує вроджену здатність людини дивитися на зображення, ідентифікувати об'єкти в ньому та відповідним чином реагувати. (Сітківка ока людини може обробляти близько 10 зображень із роздільною здатністю один мільйон точок за секунду, які аналізуються мозком, щоб ми могли швидко асимілювати, контекстуалізувати та реагувати на те, що бачимо.)

«Комп'ютерний зір в основному виконує частину роботи мозку», – сказав Корсо для Built In. «Це справді складно».

Сьогодні розпізнавання зображень базується на глибокому навчанні – підкатегорії машинного навчання, яка використовує багаторівневі структури алгоритмів, які називаються нейронними мережами, щоб постійно аналізувати дані та робити висновки про них, подібно до того, як працює людський мозок. У разі розпізнавання зображень нейронні мережі подають якомога більше попередньо позначених зображень, щоб «навчити» їх розпізнавати подібні зображення.

Процес зазвичай розбивається на три окремі етапи:

### **1. Збирається набір даних**

Після створення величезного набору даних із зображень і відео його необхідно проаналізувати та додати до нього будь-які значущі функції чи характеристики. Наприклад, зображення собаки має бути ідентифіковано як «собака». І якщо на одному зображенні кілька собак, їх потрібно позначити мітками або обмежувальними рамками, залежно від поставленого завдання.

## 2. Нейронну мережу годують і навчають

Далі на цих зображеннях живиться та навчається нейронна мережа. Як і людський мозок, машину потрібно навчити розпізнавати концепцію, показуючи їй багато різних прикладів. Якщо всі дані позначені, для розрізнення різних категорій об'єктів (наприклад, kota чи собаки) використовуються алгоритми навчання під наглядом. Якщо дані не позначені, система використовує алгоритми неконтрольованого навчання для аналізу різних атрибутів зображень і визначення важливих подібностей або відмінностей між зображеннями.

Для завдань, пов'язаних із розпізнаванням зображень, найкраще підходять згорткові нейронні мережі, або CNN, оскільки вони можуть автоматично виявляти важливі особливості зображень без нагляду людини.

Для цього CNN мають різні рівні. Перший, відомий як згортковий шар, застосовує фільтри (також відомі як ядра) до пакету вхідних зображень, щоб сканувати їх пікселі та математично порівнювати кольори та форми пікселів, вилучаючи важливі характеристики або візерунки із зображень, як-от краї і кути.

Потім CNN використовує те, що дізнався з першого шару, щоб розглянути дещо більші частини зображення, відзначаючи більш складні характеристики. Він продовжує робити це з кожним шаром, дивлячись на більші та важливіші частини зображення, доки не вирішить, що зображено на основі всіх знайдених функцій.

«У глибокому навчанні вам не потрібні ручні інженерні функції. Вам просто потрібні великі обсяги даних. І модель достатньо глибока, щоб початкові рівні спочатку витягували корисні функції, а потім класифікували, що таке об'єкт», – сказав Вікеш Кханна, головний технічний директор і співзасновник Ambient.ai, для Built In.

## 3. Висновки перетворюються на дії

Після того, як система розпізнавання зображень навчена, їй можна надсилати нові зображення та відео, які потім порівнюються з вихідним набором навчальних даних, щоб зробити прогнози. Це те, що дозволяє йому призначити певну класифікацію зображенню або вказати, чи присутній певний елемент.

Потім система перетворює їх на висновки, які можна застосувати: безпілотний автомобіль виявляє червоне світло та зупиняється; камера безпеки ідентифікує витягнуту зброю та надсилає сповіщення.

Штучна нейронна мережа є деякою моделлю природної нейронної мережі. Кожний елемент штучної мережі (нейрон) є прототипом, що імітує властивості й роботу біологічного нейрона [1].

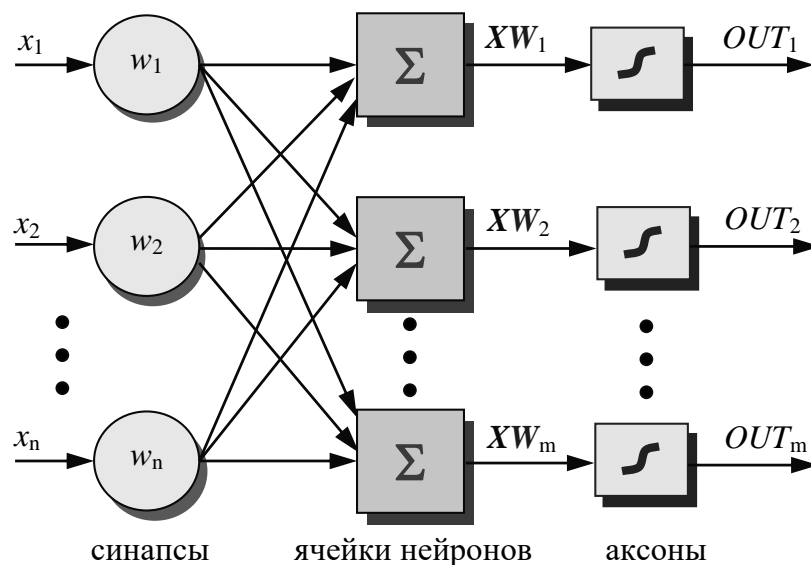


Рисунок 1 – Штучна одношарова нейронна мережа

Розглянемо роботу штучної одношарової нейронної мережі (рисунок 1). На синапси (односпрямовані входи) штучного нейрона надходить деяка множина сигналів. Кожний сигнал множиться на відповідну вагу, що характеризує синаптичну силу. Вхідні сигнали після синапсів надходять в осередки нейронів (блоки підсумовування), виходом яких є аксони, з яких сигнали (порушення або гальмування), що визначають рівень активації нейрона, надходять на синапси наступних нейронів (якщо мережа багатошарова) або на основі яких приймається рішення (наприклад, граничним мажоритарним блоком).

Відзначимо, що синапси служать лише для розподілу вхідних сигналів, а аксони лише для видачі сигналів, тому вони не вважаються шаром (шаром є осередки нейронів, що виконують обчислення з комбінаціями вхідних сигналів).

Умовно цю частину нейронної мережі може представити штучним нейроном (рисунок 2).

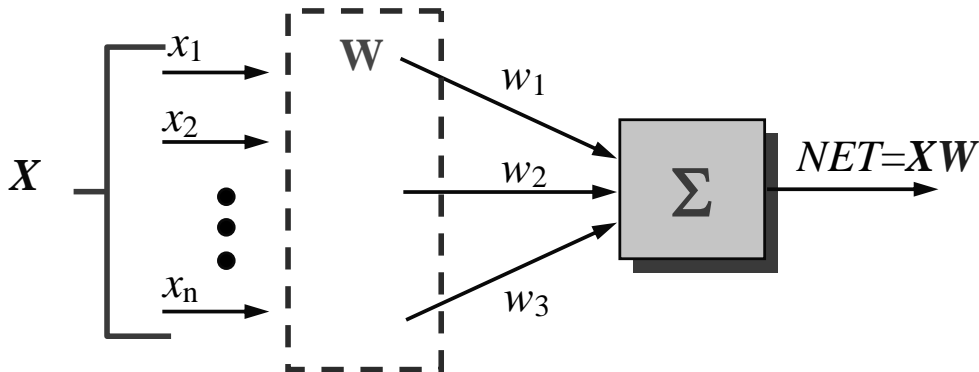


Рисунок 2 – Вхідна частина штучного нейрона

Якість роботи штучної нейронної мережі багато в чому залежить від ваг синаптичних зв'язків і від типу застосовуваних активаційних функцій. Розглянемо типи активаційних функцій.

#### Типи активаційних функцій

Розрізняють наступні види активаційних функцій:

- одинична функція;
- лінійний поріг (функція гістерезису);
- сигмоїдальна функція (гіперболічний тангенс).

#### Розробка структурної схеми

##### Мережі зустрічного поширення

У зустрічному поширенні об'єднані два добре відомих алгоритми: карта, що самоорганізується, Кохонена [9] і зірка Гроссберга [8].

##### Структура мережі

На рисунку 3 показана спрощена версія мережі зустрічного поширення. На ньому ілюструються функціональні властивості цієї парадигми.

Як видно з рисунка 3 мережа зустрічного поширення дуже схожа на двошарову мережу зворотного поширення. Розходження полягає в операціях, виконуваних нейронами Кохонена й Гроссберга.

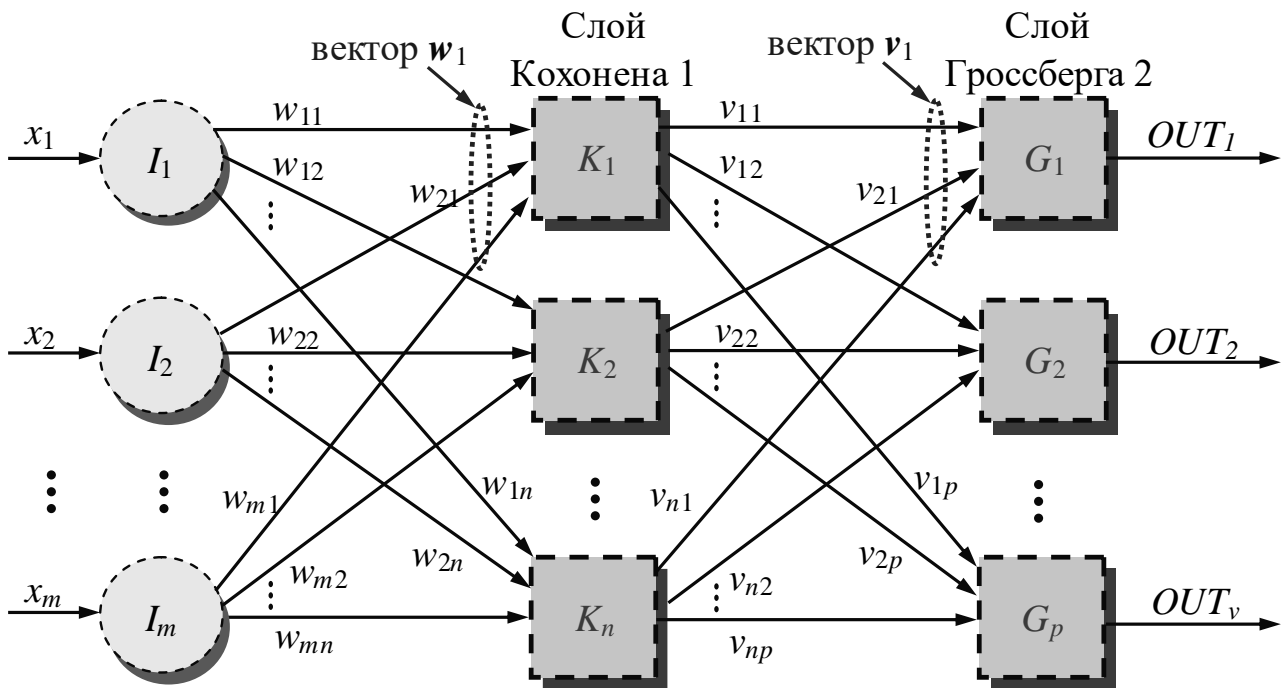


Рисунок 3 – Мережа зустрічного поширення без зворотних зв'язків

На рисунку 4 зображена структурна схема системи. На наведеній структурній схемі зазначені основні класи об'єктів ядра системи і їхня взаємодія. Стрілками показані потоки даних при роботі системи. Кожному з основних блоків управляючої системи відповідає свій блок у системі. Чотири блоки складають управляючу систему:

- апарат формування й розпізнавання образів;
- база знань;
- блок оцінки стану;
- блок прийняття рішень.

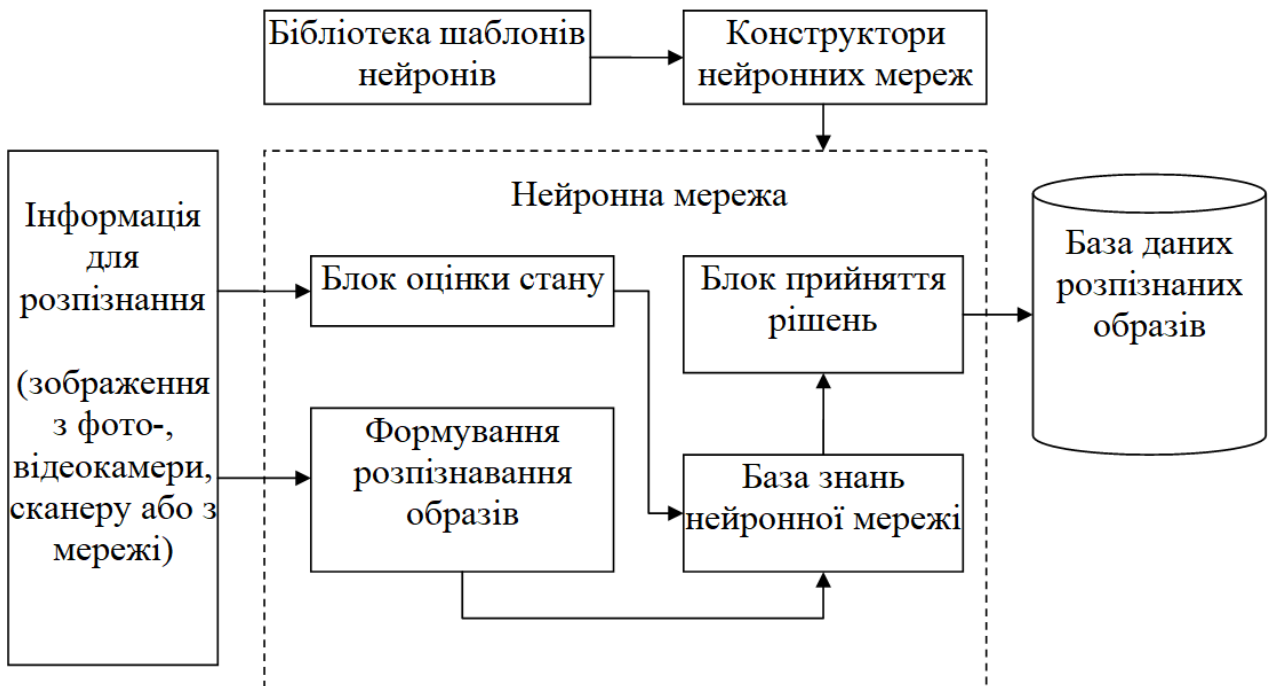


Рисунок 4 – Структурна схема системи



**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів; Досліджена система створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov O., Fedorov E., Neskorođieva A., Neskorođieva T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
2. Malyukov V., Bebesko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
5. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
6. Smirnov, O., Neskorođieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorođieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022, pp. 1-12.
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, KL., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
9. Kuznetsov, A., Oleshko, I., Chernov, K., Bagmut, M., Smirnova, T. «Biometric authentication using convolutional neural networks». Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 152, 2021, Pages 85-98.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
11. Smirnov O., Neskorođieva T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». CEUR Workshop Proceedings Volume 3101, 2021, Pages 192-207.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-

379.

17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
18. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
21. Smirnov, O., Ulichev, O., Meleshko, Y., Khokh, V., Goncharenko, I. «Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 215-227, 2019.
22. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

УДК 004

І.Мікіньов, магістр гр. КН-22М-2,

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО МЕНЕДЖЕРУ ЗАВАНТАЖЕНЬ МУЛЬТИМЕДІА ДАНИХ З МЕРЕЖІ INTERNET

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet. Об'єктом дослідження є процес багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet. Предметом дослідження є методи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Система багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet (Internet Download Manager, IDM) забезпечує прискорену швидкість завантаження та гнучкість функцій. Його привабливість полягає в обробці відеовмісту та автоматичній обробці завантажень. У цьому документі аналізуються дії IDM, записані в кількох файлах, включаючи файли реєстру Windows, історію та журнали, з точки зору колекції артефактів. Також детально опрацьовуються інструменти та методи, які використовуються для вилучення доказів. У випадку з менеджерами завантажень, головним питанням є місце встановлення, шлях завантаження, завантажений файл, URL-адреса, облікові дані для входу на захищені паролем веб-сайти, дата й час виконання дії. Це дає цифровим криміналістам можливість передбачати підозрілі дії та виводити їх.

Розроблена система багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet – широко використовуваний менеджер завантажень, який працює в операційних системах Windows. Він підтримує протоколи HTTP, HTTPS, FTP і MMS. Система керування файлами IDM підтримує кілька категорій завантажених файлів залежно від їх типу. IDM забезпечує повну інтеграцію з більшістю популярних веб-браузерів. Нестандартна підтримка завантаження вбудованих відео з веб-сторінок відрізняє його від інших стандартних менеджерів завантажень. Крім усіх цих характеристик, програмне забезпечення IDM не забезпечує перевірку контрольної суми.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet.

– Дослідження системи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet.

– Програмна реалізація системи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet.

*Об'єктом дослідження* є процес багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet.

*Предметом дослідження* є методи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** В епоху, коли цифрові завантаження є нормою, наявність надійного менеджера завантажень є важливою. Якщо ви завантажуєте великі файли, упорядковуєте торренти чи керуєте великою кількістю файлів із багатьох джерел, правильний інструмент може значно підвищити вашу ефективність. У цьому розділі даної статті ми досліджуємо найпопулярніші менеджери завантажень. Від Folx до iGetter ми вибрали п'ять видатних варіантів на основі їхніх функцій, взаємодії з користувачем та унікальних функцій. Приєднуйтесь до нас, коли ми детально ознайомимося з цими зручними інструментами та допоможемо вам вирішити, який із них найкраще відповідає вашим потребам.

### **1. Folx**

**Folx** – це універсальний і високоефективний менеджер завантажень для Mac. Його інтуїтивно зрозумілий інтерфейс у поєднанні з підтримкою торрент-файлів робить Folx популярним вибором. Користувачі можуть легко завантажувати, керувати та впорядковувати файли, призначаючи теги, і все це в межах програми. Розширені функції, такі як розподіл завантажень на потоки та можливості планування, включені без проблем, що робить його не тільки потужним, але й практичним.

Переваги:

- Простий у використанні інтерфейс.
- Підтримує як звичайні, так і торрент-завантаження.

Недоліки:

- Для деяких функцій потрібна професійна версія.
- Інтерфейс може здатися приголомшливим для нових користувачів.

### **2. Download Accelerator Plus**

**Download Accelerator Plus (DAP)** – класичний фаворит для ефективного керування завантаженнями. Він може похвалитися надійним набором функцій, включаючи можливість відновлення, прискорення для більшої швидкості завантаження та вбудований конвертер файлів. Його зручний дизайн робить його ідеальним вибором для новачків і тих, кому потрібне просте рішення.

Переваги:

– Допомагає збільшити швидкість завантаження за допомогою технології прискорення.

- Підтримує перетворення відео на льоту.

Недоліки:

- Безкоштовна версія пропонує обмежені можливості.
- Перетворення відео може ускладнити прості завантаження.

### **3. Speed Download**

**Speed Download** залишається сильним конкурентом у сфері менеджерів завантажень для Mac. Його комплексний підхід включає планування завантажень, прискорений обмін файлами та інформаційну панель, яка відстежує прогрес завантаження в режимі реального часу. Дещо застарілий з точки зору дизайну, його обіцянки залишаються привабливими завдяки безперебійним можливостям багатозадачності, які задовольняють великі файли та поточні завдання.

Офіційний сайт

Переваги:

- Ефективна багатозадачність із параметрами планування.
- Надійне керування великими файлами.

Недоліки:

- Інтерфейс користувача здається застарілим.
- Інтеграція з деякими сучасними браузерами складна.

#### 4. iDownload Manager

**iDownload Manager** (iDM) відомий своєю плавною інтеграцією в такі популярні браузери, як Chrome і Safari. Він спрощує завантаження файлів завдяки легкому керуванню через його інтерфейс. Його видатною особливістю є підтримка понад 15 мов, що робить його доступним для широкого кола користувачів у всьому світі.

Переваги:

- Широка підтримка мов.
- Безпроблемна інтеграція з браузером.

Недоліки:

- Немає розширених функцій для професійного використання.
- Наявність реклами в безкоштовній версії.

#### 5. iGetter

**iGetter** керує завантаженнями за допомогою оптимізації швидкості та контролю пропускну здатності. Він розроблений, щоб допомогти вам швидко та ефективно завантажувати файли, розділяючи завдання на менші сегменти. Здатність програми визначати пріоритети завантажень на основі встановлених параметрів робить її цінним інструментом для тих, хто має справу зі значною передачею даних.

Офіційний сайт

Переваги:

- Розширений контроль пропускну здатності.
- Ефективна сегментація завантажень.

Недоліки:

- Складний інтерфейс для нових користувачів.
- Відсутня підтримка торрент-файлів.

Вирішуючи, який менеджер завантажень вибрати, найважливіше визначити, яким аспектам інструменту ви віддаєте пріоритет – чи то швидкість завантаження, простота використання чи певні функції, як-от підтримка торрентів. Серед різноманітних доступних менеджерів завантажень Folx незмінно виділяється з кількох причин. Завдяки надзвичайно зручному інтерфейсу він підтримує як звичайні, так і торрент-завантаження, що є вкрай важливим для користувачів, які часто користуються мультимедійними файлами та передачею великих даних. Folx не тільки дозволяє користувачам позначати та сортувати завантаження, але також полегшує поділ завантажень на кілька потоків для підвищення швидкості. Ця універсальність робить його адаптованим як до звичайних, так і до професійних користувачів.

Ще одна переконлива перевага Folx – це розширена інтеграція з браузерами. Користувачі можуть використовувати безкоштовну версію для легкої обробки різноманітних завантажень, але для тих, кому потрібні ще більш надійні можливості, оновлення до версії Pro розблокує додаткові функції, такі як планування, контроль швидкості завантаження та інтеграція з iTunes. Щоб дізнатися більше про використання торрентів на Mac із Folx, перегляньте цей корисний посібник.

Хоча Folx вражає, Download Accelerator Plus також заслуговує на увагу своєю унікальною здатністю конвертувати мультимедійні файли під час завантаження. Ця функція гарантує, що ваші відео мають правильний формат для використання одразу після завершення завантаження. Подібним чином Speed Download та iGetter надають спеціальні можливості для тих, хто обробляє особливо великі файли або виконує складні завдання



завантаження. Їхній акцент на розбивці великих файлів на керовані сегменти або використання контролю пропускну здатності може бути корисним для професіоналів, чия робота залежить від безперервного доступу до різних типів даних.

Безліч функцій і налаштувань, доступних у цих інструментах, підкреслюють важливість оцінки конкретних потреб і звичок використання, перш ніж зупинитися на менеджері завантажень. З розвитком технологій зростають і можливості цих програм, які прагнуть не лише задовольнити, але й передбачити вимоги користувачів.

Програмне забезпечення, що розробляється в даному магістерському проекті – універсальний менеджер завантажень файлів, робота якого спрямована на рішення трьох завдань: швидке завантаження, можливість перервати процес завантаження й наступне керування завантаженим матеріалом. Відмітною рисою додатка є зручний користувальницький інтерфейс і разюче висока швидкість завантаження. Чим обумовлені такі можливості? По-перше, оборотна увага на зовнішню оболонку. Робоче вікно програми організоване найкращим для користувача образом. Права половина вікна наочно відображає прогрес файлу, що завантажується, ліва дозволяє з легкістю орієнтуватися в списку завантажень, розсортованих по відповідних папках. Верхню частину робочого стола програми займає панель інструментів з інтуїтивно зрозумілими значками, що допомагає додати файл у список завантаження, видалити його, призупинити або відновити завантаження. Для кожного файлу, що завантажується, відкривається своє інформаційне вікно, що тримає користувача в курсі швидкості й обсягу завантажених даних.

Весь процес завантаження відбувається швидко за рахунок особливої технології поділу файлу на окремі потоки. Ці потоки завантажуються одночасно й у цілому зменшують загальний час завантаження. Якщо ви з якоїсь причини не можете чекати закінчення завантаження, програмне забезпечення, що розробляється в даному магістерському проекті, надає можливість призупинити процес і продовжити його в будь-який зручний час.

Останнім часом у нових версіях деяких браузерів (Microsoft Edge, Firefox, Google Chrome, Apple Safari, Mozilla, Opera) програмне забезпечення, що розробляється в даному магістерському проекті, використовується як альтернатива стандартному завантажувальному клієнтові. Крім того, даний додаток можна використовувати для перегляду відео з популярних хостингів YouTube, Rambler Vision, й так далі. Строгий розподіл завантаженої інформації з тематичних папок стає можливим завдяки автоматичному розпізнаванню програмою безлічі різноманітних типів файлів. При запуску завантаження програмне забезпечення, що розробляється в даному магістерському проекті, оперативно визначає потрібну папку для збереження завантажуючого файлу в автоматичному режимі.

Раніше основними перевагами менеджерів завантаження перед вбудованими засобами браузерів вважалася можливість дозавантаження, завантаження в кілька потоків і запуск завдань за розкладом.

Однак область застосування менеджерів завантажень має деякі обмеження:

– Не є вірним твердження у тому, що якщо технологія багатопоточного завантаження така ефективна, то варто максимально збільшити кількість секцій. Будь-яка технологія має свою межу, при досягненні якої, навпаки, починає сповільнювати роботу програми. Для 56 Kbps оптимальним є 4-5 потоків, для 512 Kbps – 20-25 і т.д. Але ніяк не 100. І не слід забувати, що на багатьох Web-серверах встановлене обмеження на кількість одночасних з'єднань (іноді 5-10, а де й 1). Якщо ж користувач порушує подібні правила, він автоматично відправляється в чорний список – у найкращому разі на пару днів, у гіршому – назавжди. Тому незначне прискорення завантаження обмеження доступу до Internet ресурсу не варте цього.

– Не є вірним твердження у тому, що один менеджер завантажень може працювати значно швидше, ніж інший. Всі сучасні менеджери завантаження використовують ті самі технології акселерації з'єднання, так що відмінності у швидкості їхньої роботи (найчастіше незначні) пояснюються якістю вашої телефонної лінії й каналу провайдеру, ступенем завантаженості Web-вузлів, з яких ви завантажуєте файли, та ін.

– Не є вірним твердження у тому, що в довідковій системі менеджера завантаження написано, що він дозволяє прискорити процес завантаження до 500%. Не слід сприймати це буквально й сподіватися, що менеджер завантажень перетворить вашу застарілу телефонну лінію у виділений канал 256К. Тут мається на увазі технологія багатопоточного завантаження, що дозволяє більш ефективно використовувати Internet з'єднання. Згадайте, як повільно тягнуться файли за допомогою убудованих засобів браузера (нерідкі величини 1-2 Kbps при пропускній здатності dial-up в 4-5 Kbps). А встановивши самий простенький менеджер завантаження, легко домогтися граничної величини 5 Kbps. От вам і прискорення на 500%.

Убудоване в браузер, програмне забезпечення, що розробляється в даному магістерському проєкті, дозволяє вибрати певні розширення файлів і відфільтрувати їх за ключевим словом. Завантаження файлів виробляється всього в кілька кліків, тому поставити відразу кілька десятків файлів на завантаження не важко буде. Убудований планувальник додатково заощадить час, роблячи програмне забезпечення, що розробляється в даному магістерському проєкті, незамінною програмою з розряду "Must have".

Висока швидкість завантаження досягається за рахунок застосування динамічної розбивки файлів на секції, які завантажуються одночасно: це підвищує швидкість в 3-10 разів. Крім того, у сучасних менеджерів завантажень існують такі можливості, які дозволяють повноцінно працювати із програмою без відкриття головного вікна зі списком завантажень. Серед інших можливостей можна назвати автоматичне дозавантаження після обриву зв'язку, роботу по розкладу, підтримку різних варіантів вигляду інтерфейсу користувача, функції пошуку файлів і можливість роботи через HTTP і FTP проксі-сервера.

Ключові особливості й функції програми:

- можливість швидкого завантаження по протоколах HTTP, HTTPS, FTP;
- перехоплює посилання з буфера обміну;
- автоматично перейменовує файли з повторюваними назвами;
- проводить пошук по завантажених файлах;
- автоматично сортує завантажуваний матеріал по потрібних папках (наприклад, «музика», «відео», «програми», «ігри»);
- завантаження матеріалів з популярних відеохостингів;
- можливість перервати й продовжити процес завантаження.

### **Розробка структурної схеми**

Система, яка розробляється, у ході виконання магістерського проєктування, включає в себе наступні структурні блоки та функціональні можливості зображені на рисунку 1.

Менеджери завантаження значно полегшують процес завантаження файлів із серверів в інтернеті на локальний комп'ютер. Користувач, відвідуючи різні сайти, може додати в менеджер посилання на файли, які він хотів би скачати й запустити їхнє завантаження після того, як серфінг закінчений. Таким чином, завантаження файлів за допомогою менеджера може бути виконана в той час, коли користувач не працює в інтернеті. Багато менеджерів завантаження дозволяють указати час, коли необхідно скачати файли, що буває зручно при використанні діал-ап доступу в інтернет: список файлів для завантаження можна сформулювати вдень і запланувати завантаження на нічний час, коли діє більш дешевий тариф на послуги доступу в мережу, або більш висока швидкість доступу, у зв'язку з тим, що на так багато користувачів використовують Інтернет вночі. У цьому випадку, менеджер сам додзвониться до провайдеру, скачає файли й виключить комп'ютер. Крім цього, менеджери можуть дозавантажувати файли, тобто, якщо завантаження було перервано й файл не був завантажений повністю, то менеджер після повторного з'єднання із сервером продовжить завантаження файлу з того місця, де була перервана завантаження, а не буде завантажувати весь файл заново. На цьому список можливостей менеджерів завантаження не закінчується, вони можуть інтегруватися із браузером, автоматично знижувати швидкість завантаження, коли користувач працює в інтернеті, зберігати облікові дані для доступу до певних серверів і так далі.

Структурна схема системи зображена на рисунку 1. З неї ми бачимо, що система представляє собою взаємодію наступних структурних блоків:

1. Інтерфейс користувача головного вікна програми програмного забезпечення багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet.

2. Вікно статусів, яке включає в себе:

- Перелік усіх завантажень.
- Категорії файлів, які завантажуються (програми, архіви, музика, відео).
- Топ завантажень (програми, архіви, музика, відео, пошук).
- Новини.
- Стан (завантаження, чекання завантаження, заплановано, помилки, пауза, завантажено).

– Історія.

– Видаленні завантаження.

3. Панель швидкого доступу до основних функцій менеджера завантажень, яке включає в себе наступні функції:

– Додати завантаження.

– Запустити завантаження.

– Зробити паузу.

– Перервати завантаження.

– Швидкість завантаження.

– Кількість одночасних завантажень.

– Посилання до форуму на сайті підтримки.

4. Вікно завантажень:

– Ім'я файлу.

– Розмір файлу.

– Скільки залишилося об'єму даних для завантаження файлу.

– Швидкість завантажень.

– Коментарі.

– Стан завантаження.

5. Блок основних функцій менеджера завантажень, якій розташовується у треї.

6. Основна панель менеджера завантажень:

– Файл (топ завантажень, імпорт завантажень, експорт, вихід).

– Завантаження (додати завантаження, додати групу завантажень, перевірити оновлення, пауза, видалити, видалити разом з файлом, запланувати, перезавантажити заново, копіювати URL, відкрити файл, відкрити папку, скопіювати файл, перемістити файл, меню Windows, робота з архівом, коментарі, знайти дзеркала, додати в менеджер сайтів, властивості).

– Автоматизація (стартувати усі завантаження при запуску програми, стартувати усі завантаження при появі інтернету, стартувати усі завантаження по часу, відновити зв'язок при обриві, відключитися від інтернету після завершення завантажень, перевірити завантажені файли на віруси).

– Інструменти (пошук, історія, менеджер сайтів, розклад, плагіни, налаштування: загальні, з'єднання, завантаження, проксі, автоматизація, менеджер сайтів, розклад, інтерфейс, інші, плагіни).

– Довідка (зміст, домашня сторінка, он-лайн підтримка, повідомити про помилку, форум, перевірити оновлення, про програму).

– Дії (стартувати все, призупинити все, тимчасова зупинка завантажуваних, видалити все, знайти, знайти далі, швидкість).

– Вид (налаштування кнопок, сортування списку, список завантажень, звук, категорії, лог завантажень, плаваюче вікно, скіни, мова інтерфейсу: українська, англійська).

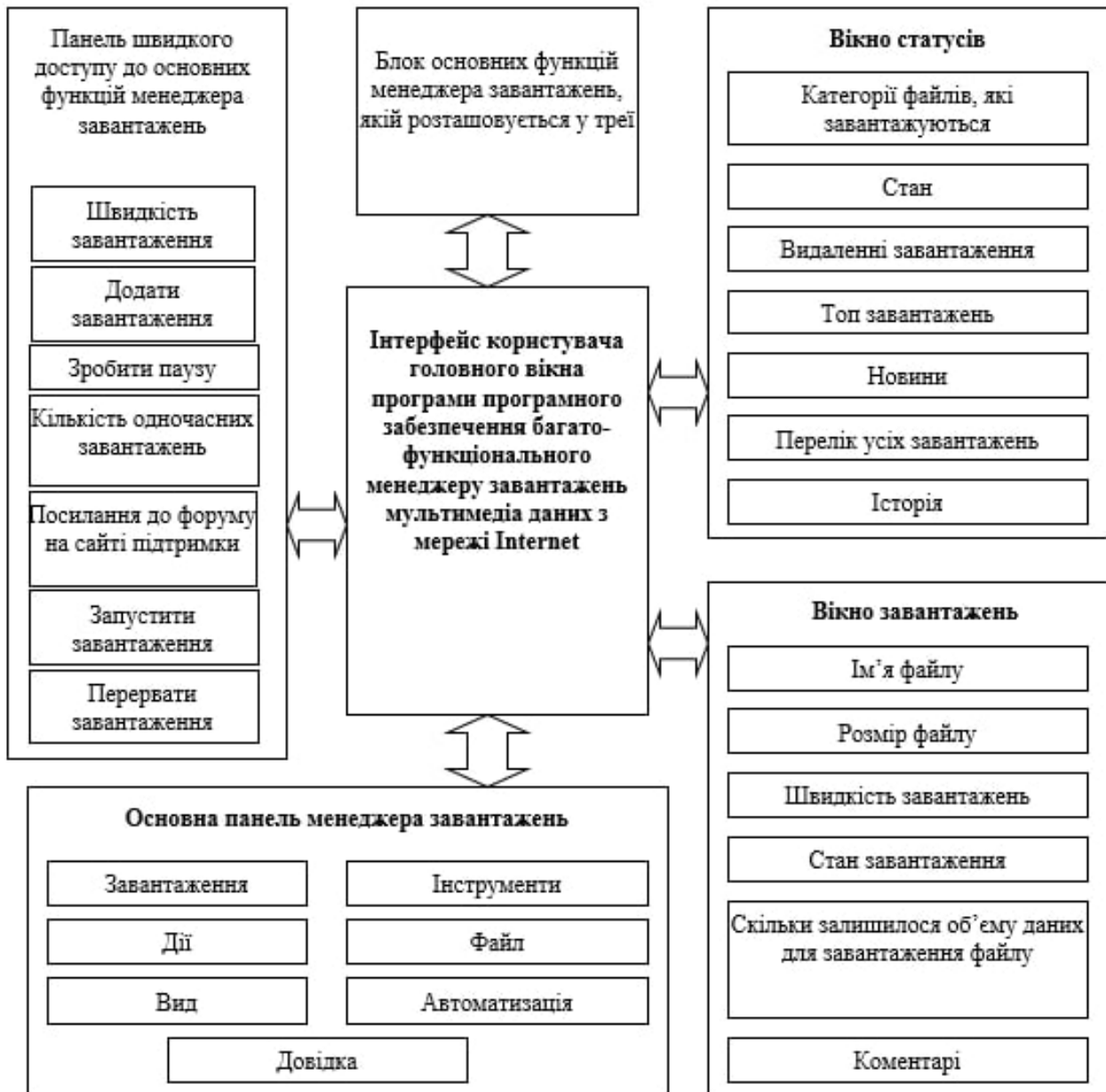


Рисунок 1 – Структурна схема системи

### Перевірка реєстру Windows

Реєстр Windows – це чудове сховище для цифрових судових слідчих, які можуть вивчати, досліджувати та збирати докази з операційних систем Windows (Carvey, 2005, Farmer, 2007, Vivienne et al., 2006). Ключем до доступу до інформації реєстру є розуміння структури самого реєстру (Carvey, 2005). Інформацію, зібрану з реєстру та файлової системи, можна співвіднести для відображення чудового ескізу завантажених дій. Існує безліч інструментів для видалення, які можна безкоштовно отримати.

### Аналіз лог-файлів

IDM зберігає файли історії та журналів у профілі користувача: папка *C:\Documents and Settings\User Profile\Application Data\IDM\* як розташування за замовчуванням. IDM зберігає дії користувачів у файлах журналу в хронологічному порядку. Він веде облік завантажених даних кожного користувача в папці «*DwnlData\User Account name*» і архівує історію захоплених веб-сайтів у папці «*Grabber*». IDM дозволяє своїм користувачам вручну змінювати шлях до тимчасового каталогу файлів журналу. Файл "*UrlHistory.txt*" містить URL.



### Техніка шифрування пароля

IDM не відстежує зашифровані паролі ні в файлах журналу, ні в захищеній області зберігання реєстру Windows. У файлах журналу він містить «xxx» замість зашифрованих паролів. Менеджер завантажень архівує зашифровані паролі проксі-серверів HTTP, HTTPS і FTP, необхідних для завантаження файлів, у гілці «*HKEY\_CURRENT\_USER\Software\DownloadManager*» у реєстрі Windows. Він зберігає облікові дані для входу на веб-сайти, захищені паролем, у підключі «*Паролі*» гілки «*DownloadManager*».

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet; Досліджена система багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання багатофункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі Internet. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

- Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
- Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
- Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
- Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
- Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
- Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
- Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», Telecommunications and Radio Engineering. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
- Батрак О., Смірнова Т., Гнатюк В., Одарченко Р., Смірнов О. «Дослідження показників ефективності функціонування та перспектив розвитку систем IP-телефонії». Підводні технології, 2024, № 13, с. 28-35.
- Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
- Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
- Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.



12. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
13. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.
14. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95
15. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
16. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
17. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.
18. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
19. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
20. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
22. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х.: Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139

УДК 004

М.Окунєв, магістр гр. КІ-22М-2,

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РАДІАЛЬНО-БАЗИСНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ РОЗПІЗНАННЯ ОБРАЗІВ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів. Об'єктом дослідження є процес радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів. Предметом дослідження є методи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів. Методи дослідження базуються на методах штучного інтелекту, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Класифікація зображень є важливою фазою в загальному процесі автоматичного анотування зображень і пошуку зображень. У цьому дослідженні ми стурбовані дизайном класифікаторів зображень, розроблених у просторі ознак, утвореному примітивами низького рівня, визначеними в налаштуваннях стандарту MPEG-7. Наша мета полягає в тому, щоб дослідити дискримінаційні властивості таких стандартних дескрипторів зображень і розглянути ефективну архітектуру класифікаторів разом із їхнім розробкою. Здатності класифікатора зображень до узагальнення мають важливе значення для його успішного використання під час пошуку та анотації зображень. Інтуїтивно очікується, що класифікатор повинен досягти високої точності класифікації невидимих зображень, які є досить «схожими» на ті, що зустрічаються в навчальному наборі. З іншого боку, ми можемо припустити, що продуктивність класифікатора не може бути гарантована у випадку зображень, які дуже сильно відрізняються від елементів навчального набору. Щоб слідувати цьому спостереженню, ми розробляємо та використовуємо концепцію локалізованої помилки узагальнення та показуємо, як вона керує дизайном класифікатора. Як класифікатор зображень ми розглядаємо використання нейронних мереж радіальної базисної функції (RBFNN). Завдяки інтенсивним експериментам ми показуємо, що отриманий класифікатор перевершує інші класифікатори, такі як багатокласові опорні векторні машини (SVM), а також «стандартні» RBFNN (тобто ті, що розроблені без вказівок, запропонованих оптимізацією локалізованої помилки узагальнення). Експериментальні дослідження виявили деякі цікаві інтерпретаційні можливості класифікаторів RBFNN, пов'язані з їх рецептивними полями.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів.

– Дослідження системи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів.

– Програмна реалізація системи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів.

*Об'єктом дослідження* є процес радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів.

*Предметом дослідження* є методи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів.

*Методи дослідження* базуються на методах штучного інтелекту, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Починаючи з самого початку, давайте поговоримо про зображення та те, як на них дивляться комп'ютери. Думаю, більшість людей знають про пікселі. Пікселі – це одна точка на зображенні, яка визначається кольором і його положенням.

Якщо ми подивимося на приклад ліворуч, ми побачимо дуже просте зображення, що складається з (ігноруйте масштабування) чотирьох пікселів: двох синіх і двох зелених, кожен колір поширюється по діагоналі.

Якщо ми хочемо описати ці пікселі трохи технічніше, ми можемо призначити номери різним кольорам. Скажімо, *синій*=1 і *зелений*=-1.

Таким чином, ми можемо записати це зображення як послідовність із чотирьох чисел, що йде зліва направо та зверху вниз. 1, -1, -1, 1

Якщо вам це важко зрозуміти, не хвилюйтеся. Повертаючись до нашого піксельного зображення, ми можемо розмістити числа прямо на різних пікселях, щоб зробити його більш чітким. Я сподіваюся, що тепер це має більше сенсу.

Ідея тут проста: ми хочемо математично описати те, що бачимо. Насправді цифри відображатимуть або фактичний колір (HDR має більше одного мільярда кольорів), або діапазон кольорів, представлених за допомогою одного числа (наприклад, коли ми використовуємо зображення у відтінках сірого).

Оскільки ми визначили основи математики нашого розпізнавання образів, які візерунки ми можемо розпізнати? Ну, у нас лише чотири пікселі та два кольори, але ми хочемо, щоб це було просто, чи не так?

У будь-якому випадку, наші варіанти - це два наступних шаблони. Один починається зеленим кольором у верхньому лівому куті, а інший – синім відповідно.

### **Що таке нейронна мережа?**

Перш ніж почати реалізацію нашої власної нейронної мережі, ми повинні уточнити, що таке нейронна мережа насправді. За своєю суттю нейронна мережа – це серія ланцюжкових математичних операцій. Нейронні мережі створені безпосередньо за принципом роботи нашого мозку, звідси й назва.

У будь-якому випадку, нейронна мережа – це мережа взаємопов'язаних «нейронів» (як і наш мозок), які взаємодіють, обробляють і передають інформацію один одному.

Ці нейрони розділені на набір шарів. Зазвичай фахівці говорять про три шари:

- Вхідний рівень: вхідні дані (чотири пікселі).
- Прихований шар: математична магія.
- Вихідний рівень: результат мережі.

У нашому прикладі кількість вхідних елементів є кінцевою. Це означає, що прихований шар, справжня магія, може бути простим і легким для розуміння. Вихідним шаром було б розпізнане зображення, якби він міг його розпізнати.

Для простоти ми лише хочемо навчити його розпізнавати, чи є діагональний зсув кольорів між зеленим і синім. Це означає, що нічого, окрім двох наведених вище прикладів, не буде розпізнано.

### **Розпізнавання образів через нейронну мережу**

Створюючи нейронну мережу, ми маємо почати з певного типу вхідних даних. У нашому випадку ми маємо набір із восьми зображень, кожне по чотири пікселі з комбінацією наших двох кольорів

Що б ми не створили, воно має розпізнавати лише перші два зображення. Зображення перших двох зображень для побудови зображень котів, тоді як решта зображень нудних равликів (не засуджуючи тих, хто любить равликів, просто кажу!).

#### **Вхідний шар**

Наш перший крок – створити вхідний шар. Щоб представити наше зображення, нам потрібні чотири нейрони як вхідні дані. Ви можете розглядати ці нейрони як властивості будь-якого роду.

Уявіть, що ви хочете визначити, чи потрібна кімната прибирання. У цьому випадку у нас буде не чотири пікселі, а багато 4 властивостей, пов'язаних із прибиранням кімнати, наприклад Чи кімната вже чиста? Це складське приміщення? (Приміщення для зберігання ніколи не прибирають; запитайте на горіщі!) Чи справді я маю пісосос? Нарешті, чи відбувається відключення електроенергії, яке не дасть мені зависнути?

У будь-якому випадку, повертаючись до наших чотирьох пікселів, ми б представили їх як набір із чотирьох вхідних нейронів.

#### **Прихований шар(и)**

Прихований шар отримує дані від вхідного шару. Прихований шар сам по собі може містити багато кроків. Насправді багато кроків у прихованому шарі не є рідкістю. Скільки залежить від того, скільки параметрів ми хочемо проаналізувати. У нашому випадку ми хочемо знати саме одну властивість зображення. Є зсув кольору по діагоналі чи ні?

Це означає, що для цього дуже простого прикладу наш прихований шар буде однією математичною функцією та результатами як безпосереднім результатом нашої функції розпізнавання. Але яку математичну магію нам тут використати?

Фактичні нейронні мережі можуть мати складніші алгоритми, але ми хочемо дотримуватися самої основи нашої математики, додавання та віднімання.

Застосовуючи будь-яку з цих двох операцій до кожного з чотирьох вхідних нейронів, ми маємо потенціал із 16 комбінацій.

Як бачите, потенційні кандидати також позначені як працюють чи ні. Робота в цьому випадку означає, що обчислення дасть відмінні результати для нашого набору з восьми вхідних зображень.

Два кандидати, яких ми могли б використати, виглядають дивно знайомими, просто використовуючи символи замість наших чисел. Це не завжди так, але для цього дуже простого прикладу лише з одним параметром це має сенс. Шаблон, який ми хочемо розпізнати, – це шаблон, за яким його можна розпізнати.

Насправді комп'ютери використовувалися б для пошуку «найкращої» комбінації кандидатів. У зв'язку з експоненціальним зростанням кількості комбінацій під best розуміють евристичний підхід. Інженери починали б з однієї комбінації та, у багатьох ітераціях, дещо її коригували, використовуючи один із кращих результатів для наступної ітерації. У якийсь момент вони можуть зупинитися і вважати, що вони досить близькі до «найкращого» рішення.

Щоб показати експоненціальне зростання, ось таблиця зростання або кількості пікселів, яку ми хочемо розпізнати за один цикл, або кількості потенційних математичних операцій. Комбінації швидко розбігаються.

Нарешті, кожен нейрон передає цей результат «функції активації». Функція активації використовується для визначення виходу нейрона. Він отримує результат обчислення та застосовує певний тип функціональних можливостей прийняття рішень. Трохи спрощено, він вирішує, «активований» нейрон чи ні.

**Вихідний рівень**

Вихідний рівень об'єднує виходи з прихованого шару та обчислює остаточний прогноз. У той час як прихований шар може мати багато кроків обчислень, вихідний рівень є одним кроком.

У цьому наборі вихідний рівень має два основних призначення:

1. Точка остаточного рішення: вихідний рівень – це місце, де мережа приймає остаточне рішення. Після того, як дані проходять через приховані шари (і вхідний рівень, якщо на те пішло), вихідний рівень обробляє цю інформацію для створення остаточного результату.

2. Інтерпретація результату: вихідний рівень перетворює внутрішнє представлення мережі у формат, зрозумілий людям. Це може бути простий вихід, як-от  $0$  або  $1$ , істинний чи хибний, а також більш складні результати, такі як ймовірності, класифікація, результати регресії тощо.

У нашому простому прикладі вихід буде класифіковано простим порівнянням, якщо кінцевий результат дорівнює нулю (нерозпізнаний), нижче нуля (верхній лівий, нижній правий) і вище нуля (верхній правий, нижній лівий). Не надивовижніша з усіх класифікацій, але це те, чого ми хотіли досягти.

**Запуск алгоритму виявлення**

Тепер, коли ми знаємо основні поняття, настав час спробувати запустити першу ітерацію нашої нейронної мережі та подивитися, як вона оброблятиме наші 4-піксельні зображення.

1. Вхідний рівень: значення кожного пікселя ( $-1$  для зеленого,  $1$  для синього) передається в мережу.

2. Прихований рівень: кожен нейрон у цьому шарі отримує вхідні дані від усіх чотирьох пікселів, виконує певну магію (ми поговоримо про це за секунду й поки що ігноруємо), а потім застосовує функцію активації, щоб визначити її результат. У нашому простому випадку функція активації перевіряє вихід нейрона на нерівний нуль. Нуль означає, що діагональний перемикач кольорів не виявлено, одиниця означає, що наша нейронна мережа знайшла одиницю.

3. Вихідний рівень: цей рівень об'єднує результати прихованого шару для остаточного прогнозування. У нашому випадку він може виводити значення, близьке до  $1$  для верхньої лівої та нижньої правої діагоналей і близьке до  $0$  для іншої діагоналі.

**Ваги та упередження**

Поки що я приховував від вас одну важливу інформацію. Кожне з'єднання між нейронами має пов'язану з ним «вагу». Ці ваги визначають, наскільки важливою є кожна інформація. Крім того, у кожного нейрона є «упередження» – уявіть це як схильність нейрона спрацьовувати незалежно від його вхідних даних.

Мережа починається з випадкових ваг і зміщень. Під час навчання нейронної мережі ви пропускаєте через нейрони багато різних тестових даних і порівнюєте результат із попередньо визначеним. Відповідно до результату (незалежно від того, була розпізнана собака чи ні), нейронна мережа регулює свої ваги та зміщення, оптимізуючи себе для кращого розпізнавання шаблонів. Але як тренінг мережі знає, як їх налаштувати? Ось де з'являється наша наступна концепція.

**Градiєнтний спуск**

Уявіть, що ви із зав'язаними очима намагаєтесь знайти найнижчу точку на горбистій місцевості. Ймовірно, ви робите маленькі кроки, відчуваючи землю під ногами, щоб визначити, чи йдете ви вниз чи в гору. По суті, це те, що градієнтний спуск робить для нашої нейронної мережі.

Мережа робить прогноз, порівнює його з правильною відповіддю, а потім коригує його ваги та зміщення, щоб зменшити помилку. Він робить це знову і знову, поступово підвищуючи свою точність. Це процес, який називається «навчання».



Чим більше зображень ми передаємо під час фази навчання, тим кращою буде модель. Після навчання конфігурація моделі експортується та може бути завантажена в інші пристрої (наприклад, мобільні телефони). Навчання моделі зазвичай потребує досить масивних систем зберігання та обчислювальних ресурсів, що запускають мільйони й мільярди навчальних зображень. Пам'ятайте, що тут ми використовуємо лише один параметр, фактичні нейронні мережі мають від десятків тисяч до сотень тисяч, а іноді навіть мільйони.

### **Масштабування**

Як ми можемо додати додаткові функції та продовжувати розвивати цю мережу? А як щодо мережі, яка могла б відрізнити синю діагональну лінію, що починається вгорі чи внизу ліворуч? Це було б легко зробити. Тепер ми знаємо, що існують ваги, тому ми можемо ними скористатися.

Щоб досягти цього, ми додаємо другий вихід. Перший вихід буде запускатися кожного разу, коли буде розпізнано зображення, тоді як другий вихід буде запускатися, лише якщо перший піксель синій. Використовуючи ці два вихідні дані, ми можемо зробити висновок, чи ми виявили діагональну лінію та чи маємо зелену чи синю діагональну лінію, що починається вгорі ліворуч (двійковий вибір).

У будь-якому випадку, хоча наш базовий 4-піксельний приклад є чудовою відправною точкою, розпізнавання зображень у реальному світі набагато складніше. Сучасні нейронні мережі, які використовуються для таких завдань, як розпізнавання обличчя або виявлення об'єктів на фотографіях, використовують мільйони параметрів і навчаються на величезних наборах даних. Однак фундаментальні принципи залишаються незмінними.

### **Нейронні мережі: особливості та проблеми**

Одним із найпотужніших аспектів нейронних мереж є їх здатність автоматично вивчати функції. У нашому простому прикладі мережа може навчитися звертати увагу на конкретні комбінації пікселів, які вказують на діагональну лінію.

У більш складних мережах ранні рівні можуть навчитися виявляти краї або прості форми, тоді як більш глибокі рівні поєднують їх, щоб розпізнавати складніші візерунки, такі як обличчя чи об'єкти. Саме це ієрархічне навчання робить нейронні мережі настільки ефективними для завдань розпізнавання зображень.

Однак, хоча нейронні мережі є потужними, вони не позбавлені проблем:

1. Переобладнання: іноді мережа стає занадто спеціалізованою у своїх навчальних даних і погано працює на нових, небачених прикладах.
2. Обчислювальні ресурси: Навчання складних мереж вимагає значної обчислювальної потужності та часу.
3. Ресурси зберігання: набори даних для навчання вимагають великого обсягу пам'яті з високою пропускнуою здатністю, щоб не відставати від поточних установок навчання на основі GPU та наступного покоління.
4. Якість і кількість даних: тут застосовна стара приказка «сміття входить, сміття виходить». Для ефективного навчання мережам потрібні великі обсяги високоякісних різноманітних даних.
5. Можливість інтерпретації: на відміну від простіших алгоритмів, може бути важко точно зрозуміти, чому нейронна мережа прийняла певне рішення.

### **Типи нейронних мереж**

Хоча ми говорили про нейронні мережі так, ніби існує лише один тип, насправді це не так. Існує багато різних підходів до глибокого навчання на основі нейронної мережі. Однак найбільш помітними є три конкретні типи, причому багато сучасних додатків використовують гібридні підходи, поєднуючи різні типи нейронних мереж, щоб використовувати їхні сильні сторони.

### **Нейронні мережі прямого зв'язку (FNN або FFNN)**

Найпростішим типом нейронної мережі, який ми використовували в нашому 4-піксельному прикладі, є нейронна мережа прямого зв'язку, скорочена як FNN. У нейронній

мережі прямого зв'язку інформація тече лише в одному напрямку: від вхідного рівня через прихований(-і) шар(и) до вихідного рівня. У мережі немає петель і циклів.

FNN чудово підходять для простих завдань класифікації. Вони також є чудовим способом послужити основою для розуміння більш складних мереж.

Однак вони мають обмеження, коли йдеться про обробку послідовних даних або захоплення просторових зв'язків у зображеннях. Проте, хоча їх можна використовувати для розпізнавання зображень (як ми робили вище), варіанти використання зазвичай обмежуються дуже простими зображеннями.

### **Згорткові нейронні мережі (CNN)**

Коли справа доходить до розпізнавання зображень, згорткові нейронні мережі є зірками шоу. Згорткові нейронні мережі (зазвичай скорочені як CNN) спеціально розроблені для обробки сіткових даних, таких як зображення (піксельні сітки).

Ключовою особливістю CNN є згортковий рівень, який застосовує фільтри (або ядра) для виявлення таких функцій, як грані, текстури та форми. У міру поглиблення мережі вона може розпізнавати складніші шаблони, що робить CNN надзвичайно хорошими в таких завданнях, як виявлення об'єктів і розпізнавання облич.

Згорткові нейронні мережі є робочими конячками розпізнавання зображень. Вони мають дивовижну здатність кодувати складні просторові візерунки в ієрархічні подання ознак.

### **Повторювані нейронні мережі (RNN)**

Останнім великим підходом є рекурентна нейронна мережа або RNN.

Хоча RNN зазвичай не використовуються для розпізнавання статичного зображення, про них варто згадати через їх важливість в обробці послідовних даних. RNN мають цикли, які дозволяють інформації зберігатися, що робить їх ідеальними для завдань, пов'язаних із прогнозуванням часових рядів або послідовності.

У контексті комп'ютерного зору RNN можуть бути корисними для аналізу відео, де важливий часовий зв'язок між кадрами. Їх також можна об'єднати з CNN для створення потужних моделей для таких завдань, як субтитри до зображень або класифікація відео.

### **Майбутнє розпізнавання зображень**

У цьому розділі ми розглянули багато базових напрацювань, від основ обробки інформації нейронними мережами до градієнтного спуску як найпоширенішого підходу до навчання нейронної мережі.

Хоча наш початковий приклад був спрощеним, він ілюструє фундаментальні концепції, які лежать в основі навіть найдосконаліших систем розпізнавання зображень. Незалежно від того, чи маєте ви справу з чотирма пікселями чи чотирма мільйонами, основні ідеї ваг, зміщень і навчання шляхом виправлення помилок залишаються незмінними.

Оскільки світ продовжує вдосконалювати архітектуру нейронних мереж і методи навчання, можливості систем розпізнавання зображень швидко розширюються. Від додатків для мобільних телефонів, медичної діагностики до автономних транспортних засобів, додатків величезна кількість і зростає.

Величезна кількість цифрових зображень, які сьогодні стали всюдисущими, вимагають посиленних зусиль для створення ефективних потреб для їх автоматичних анотацій і механізмів пошуку. Класифікація цифрових зображень стає одним із фундаментальних видів діяльності, який можна розглядати як фундаментальну передумову для всіх інших процесів обробки зображень. У класифікації зображень ми могли б слідувати загальній парадигмі розпізнавання образів. У розпізнаванні образів кожен об'єкт описується сукупністю ознак, що формує багатовимірний простір, у якому відбуваються всі дії розрізнення. На цьому етапі стають доступними різні класифікатори, як лінійні, так і нелінійні, включаючи машини опорних векторів (SVM), лінійні класифікатори, поліноміальні класифікатори, радіально-базисні нейронні мережі (RBFNN), нечіткі системи на основі правил тощо. Незалежно від того, який класифікатор був використаний обрано, формування відповідної характеристики стає першорядним. Проблема формування простору

ознак у випадку зображень ще складніша. З одного боку, у нас є багато різних альтернатив. З іншого боку, різноманітність зображень сприяє підвищенню рівня складності та складності. На зображеннях ми зустрічаємо різноманітні зображення, що демонструють різні форми, кольори, текстуру тощо, але належать до одного класу. Зображення можна описати інтенсивністю кольору кожного пікселя або ще краще деякими дескрипторами. У цьому дослідженні наша мета полягає в тому, щоб вивчити та кількісно визначити дискримінаційні властивості дескрипторів зображень MPEG-7 у проблемах класифікації. Вони досліджуються в поєднанні з двома основними категоріями класифікаторів, такими як SVM і RBFNN.

На жаль, стає очевидним, що будь-який класифікатор, який вимагає високої точності навчання, може не досягти хорошої здатності до узагальнення. Оскільки як цільові результати, так і розподіли невидимих зразків невідомі, неможливо обчислити помилку узагальнення прямим шляхом. Існує два основні підходи до оцінки помилки узагальнення, а саме аналітична модель і перехресна перевірка (CV). Загалом, аналітичні моделі обмежують помилку узагальнення для будь-яких невидимих зразків і не розрізняють навчені класифікатори з однаковою кількістю ефективних параметрів, але різними значеннями параметрів. Таким чином, межі похибок, надані цими моделями, зазвичай є вільними [1]. Основною проблемою аналітичних моделей є оцінка кількості ефективних параметрів класифікатора, які можна вирішити за допомогою VC-вимірностей [2]. VC-розмірність класифікатора визначається як найбільша кількість вибірок, які можуть бути розбиті цим класифікатором [2]. Однак для нелінійних класифікаторів, наприклад нейронних мереж, можна знайти лише вільні межі розмірів VC, і це накладає серйозні обмеження на застосовність аналітичних моделей до нелінійних класифікаторів, за винятком SVM [3]. Незважаючи на те, що CV використовує справжні цільові результати для невидимих зразків, це займає багато часу для великих наборів даних, і класифікатори *CL* повинні бути навчені *C*-кратному *CV* і *L* вибору параметрів класифікатора. Методи *CV* оцінюють очікувану помилку узагальнення замість її обмеження, тому вони не гарантують, що остаточно побудований класифікатор матиме хорошу здатність до узагальнення [1].

У класифікації зображень можна не очікувати, що класифікатор, навчений використовувати одну категорію зображень (скажімо, тварин), правильно класифікуватиме зображення, що надходять з деяких інших категорій (наприклад, овочів). У цьому випадку можна переглянути навчальний набір даних, додавши навчальні зразки овочів і перенавчаючи класифікатор, щоб включити новий клас зображень. Наприклад, у нашому наборі даних ми маємо зображення корови, але не літака, тому ми не могли очікувати, що класифікатор, навчений за допомогою нашого набору даних, правильно розпізнає літак. Очікується, що класифікатор зображень добре працюватиме для тих класів, які використовувалися для його навчання, припускаючи, що зображення, що належать до того самого класу, концептуально подібні та такі, що їхні значення дескрипторів також мають бути подібними. Тобто невидимі зразки, подібні до навчальних зразків, з точки зору *sur*-типу відстані в просторі ознак, меншого за заданий поріг, вважаються більш важливими. Таким чином, при оцінці узагальнювальних можливостей класифікаторів зображень можна не враховувати ті зображення, які абсолютно не схожі на існуючі в навчальному наборі.

Загалом, проблеми класифікації зображень є проблемами класифікації з кількома класами, і важко знайти класифікатор із хорошими властивостями узагальнення. У цій роботі ми прагнемо знайти класифікатор зображень, що має кращу здатність до узагальнення та інтерпретацію стосовно предметних знань у класифікації зображень. Ми зосереджуємося на пошуку оптимальної кількості сприйнятливих полів для RBFNN, щоб класифікувати зображення з меншою помилкою узагальнення до невидимих зображень.

### **Поняття та реалізація локалізованої помилки узагальнення**

Враховуючи очікуване розмаїття зображень, які підлягають класифікації, можна легко уявити, що не існує алгоритму класифікації, здатного здійснити класифікацію з нульовою помилкою. Це просте та дуже інтуїтивно зрозуміле спостереження стосується зображень, які сильно відрізняються від тих, які класифікатор показував на етапі навчання. Іншими

словами, ми визнаємо, що будь-який класифікатор має деякі обмежені можливості узагальнення.

### **Дизайн архітектури RBFNN**

У подальшому ми обмежимося RBFNN з рецептивними полями Гауса. Ми застосовуємо стандартний алгоритм кластеризації (скажімо, k-засоби, самоорганізуючі карти тощо), щоб знайти розташування сприйнятливих полів мережі. Як правило, це робиться після фіксації кількості рецептивних полів. Вибір цього числа не є тривіальним завданням, і його відповідний вибір впливає на здатність мережі до узагальнення.

У цьому дослідженні, керуючись концепцією, що семантично схожі зображення повинні демонструвати подібність у просторі ознак, ми запропонували застосування моделі помилки локалізованого узагальнення до класифікації зображень. Ця модель фіксує помилку узагальнення для невидимих зразків, подібних до навчальних зразків. Експериментальні результати показують, що RBFNN, навчений з використанням мінімізації локалізованої помилки узагальнення, перевершує «стандартний» RBFNN і багатокласовий SVM.

### **Розробка структурної схеми**

Для реалізації завдання розпізнання образів використовується радіально-базисна нейронна мережа.

Описані вище багатосарові мережі сигмоїдального типу з математичної точки зору виконують апроксимацію функції декількох змінних  $X=RN$  у безліч вихідних змінних  $Y=RM$ . Оскільки сигмоїдальна функція, що грає роль функції активації нейронів, має ненульове значення на всьому діапазоні вхідних даних, то в перетворенні мережею вхідних даних у вихідні беруть участь багато хто (якщо не все) її нейрони. Внаслідок цього апроксимація сигмоїдальними (і, природно, лінійними) нейронами називається глобальною апроксимацією.

### **Навчання радіальної мережі**

Процес навчання радіальної мережі розпадається на два етапи:

- підбор параметрів радіальної функції  $f_i$  для кожного радіального нейрона (у випадку функції Гауса це центр  $C_i$  і параметр ширини  $s_i$ );
- підбор ваг вихідного шару нейронів.

При цьому другий етап значно простіше першого, оскільки зводиться до обчислення вираження  $W=G^+*D$ , де основні обчислювальні витрати – розрахунок псевдоінверсії матриці Гріна  $G$ .

Завдання відшукування параметрів радіальних функцій Гауса для всіх нейронів першого шару у свою чергу розпадаються на дві підзадачі:

- визначення центрів  $C_i$ ;
- розрахунок параметрів ширини  $s_i$ .

Зрозуміло, що основними вимогами до розташування центрів  $C_i$  в області визначення вхідних даних  $X$  є:

- повнота покриття області визначення;
- рівномірність розподілу.

Саме цим вимогам відповідає рішення по кластеризації даних, що дається нейронною мережею із самоорганізацією на основі конкуренції. Отже, алгоритми навчання, використовувані в цих мережах для відшукування усереднених векторів у кластерах даних, безпосередньо застосовні й у радіальних мережах для відшукування центрів радіальних функцій.

Після визначення місця розташування всіх центрів радіальних функцій  $C_i$  відбувається підбор параметрів  $s_i$ , що визначають величину області охопту, у якій значення радіальної функції перевищує граничне значення  $\epsilon$ . Такий підбор повинен забезпечити, з одного боку, покриття всього простору вхідних даних  $i$ , з іншого боку, незначність перекриття сусідніх зон.

На рисунку 1 представлена структурна схема системи управління радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів, під якою будемо розуміти середовище, у яку

вкладений ОУ, у свою чергу утримуючий у собі УС. Як видно з рисунка, можна затверджувати, що УС управляє не тільки ОУ, але всією системою. Під середовищем у системі можна розуміти різні об'єднання об'єктів. Будемо називати середовищем W сукупність об'єктів, що лежать поза УС; середовищем S – сукупність об'єктів, що лежать поза ОУ; середовищем U – всю систему.

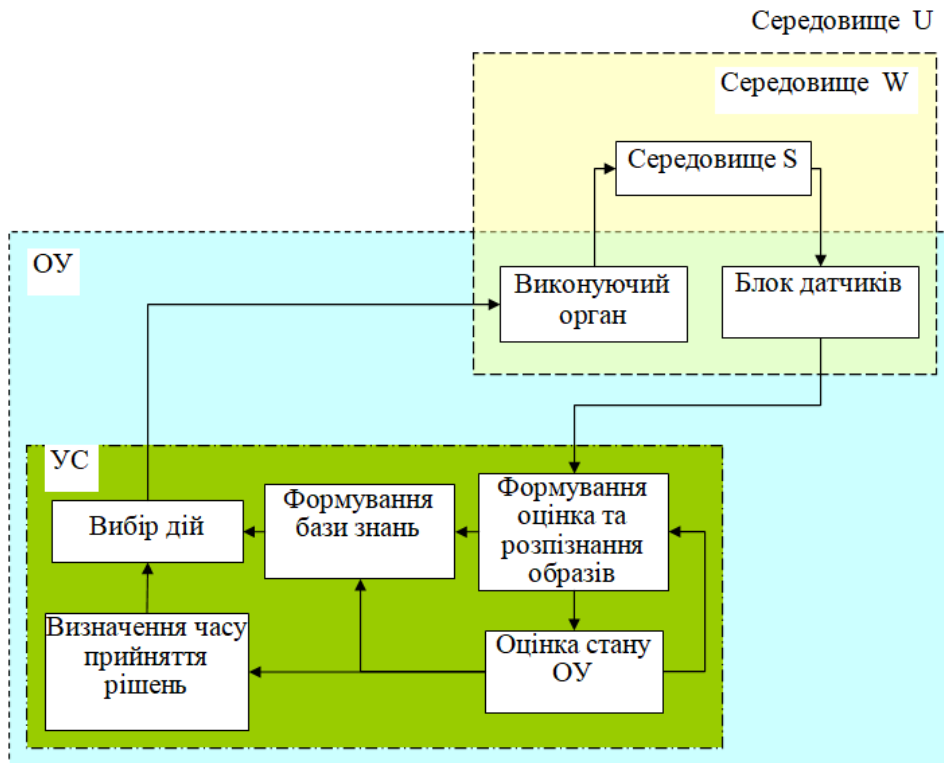


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів; Досліджена система радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання радіально-базисної нейронної мережі для розпізнання образів. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov O., Fedorov E., Neskorodieva A., Neskorodieva T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
2. Malyukov V., Bebeshko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.
3. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
4. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchев, S. «Simulation of the cloud IoT-based



- monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
5. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
  6. Smirnov, O., Neskorođieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorođieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022, pp. 1-12.
  7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
  8. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebeshko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, K.L., Vuppalapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
  9. Kuznetsov, A., Oleshko, I., Chernov, K., Bagmut, M., Smirnova, T. «Biometric authentication using convolutional neural networks». Lecture Notes in Networks and Systems. Volume 152, 2021, Pages 85-98.
  10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
  11. Smirnov O., Neskorođieva T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». CEUR Workshop Proceedings Volume 3101, 2021, Pages 192-207.
  12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
  13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
  14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
  15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
  16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
  17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
  18. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  21. Smirnov, O., Ulichev, O., Meleshko, Y., Khokh, V., Goncharenko, I. «Method of Choosing Objects for Informational Influence in Social Networks during Information Campaign Based on the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 215-227, 2019.
  22. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  24. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.

УДК 004

Д.Пісаренко, магістр гр. КН-22МЗ,  
Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ФАЙЛАМИ В ОС WINDOWS НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ BITLOCKER DRIVE ENCRYPTION

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption. Об'єктом дослідження є процес управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption. Предметом дослідження є методи управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption. Методи дослідження базуються на методах захисту інформації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Використовуйте шифрування, коли потрібен надійний захист даних. Щоб зашифрувати диск, на який інстальовано Windows, на комп'ютері мають бути два розділи: системний розділ (який містить файли, потрібні для запуску комп'ютера) та розділ операційної системи (на якому міститься Windows). Розділ операційної системи буде зашифровано, а системний розділ залишиться незашифрованим, отже комп'ютер можна буде запускати.

У попередніх версіях Windows можна створити ці розділи вручну. У поточних версіях Windows розділи створюються автоматично. Якщо на комп'ютері немає системного розділу, майстер BitLocker створить його, використавши 200 МБ доступного дискового простору. Системному розділу не присвоюватиметься буква диска і він не відобразатиметься у папці «Комп'ютер».

За допомогою програми шифрування дисків BitLocker можна захистити файли на всьому диску. BitLocker може допомогти запобігти доступу хакерів до системних файлів, через які вони дізнаються ваші паролі, або запобігти доступу до диска шляхом його фізичного вилучення з ПК та встановлення в інший ПК. При цьому ви можете входити до системи Windows і використовувати файли, як робите це завжди.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління файлами в ос windows на основі технології Bitlocker Drive Encryption.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption.
- Дослідження системи управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption.

– Програмна реалізація системи управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption.

*Об'єктом дослідження* є процес управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption.

*Предметом дослідження* є методи управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption.

*Методи дослідження* базуються на методах захисту інформації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Шифрування дисків, файлів і баз даних – це технології, які захищають конфіденційність даних під час їх зберігання. Повне шифрування диска шифрує всі дані на диску, за винятком частини, яка містить код для розблокування решти диска, яка зазвичай не шифрується. Шифрування на основі файлів працює на рівні файлів і може здійснюватися операційною системою або програмою. Шифрування бази даних можна виконати за допомогою прозорого шифрування бази даних, шифрування на рівні стовпців або шифрування на рівні полів. Як повне шифрування диска, так і шифрування на основі файлів забезпечують хороший захист від витоку даних у разі крадіжки або втрати пристрою. Однак через свою природу вони не можуть захистити від зловмисника, який потрапив до увімкненого пристрою, або будь-яких інших зловмисників, які можуть запускати програми на комп'ютері.

Шифрування дисків, файлів і баз даних – це технології, які використовуються для захисту конфіденційності даних під час їх зберігання. Повне шифрування диска (FDE) шифрує всі дані на диску, крім частини, яка містить код для розблокування решти диска, яка зазвичай не шифрується. Шифрування на основі файлів (FBE) працює на рівні файлів і може здійснюватися операційною системою або програмою. Ручне шифрування файлів вимагає втручання користувача та не є прозорим. Шифрування бази даних (DBE) можна виконати за допомогою прозорого DBE, шифрування на рівні стовпця або шифрування на рівні поля. Метою DBE є шифрування всієї бази даних або певних стовпців або полів, щоб гарантувати, що дані з фізичного сховища неможливо буде прочитати в разі викрадення.

Щоб використовувати дані, наприклад, щоб робити з ними обчислення, дані повинні бути розшифровані для обробки, якщо не використовуються такі технології, як гомоморфне шифрування. Незалежно від того, чи повинен користувач увімкненого та розблокованого пристрою надати додатковий секрет для роботи із зашифрованим файлом, диском або базою даних, ключовий матеріал, необхідний для цього, уже має бути доступним у системі. Якщо не потрібно надавати додатковий секрет, розшифровка та шифрування прозорі для користувача, а ключовий матеріал зазвичай вводиться або стає доступним під час фази запуску або розблокування пристрою. Отже, дані захищені лише тоді, коли пристрій вимкнено або заблоковано.

#### **Повне шифрування диска (FDE)**

Як випливає з назви, FDE [ 1 ] шифрує всі дані на диску, якщо тільки це не диск, з якого завантажується система. У цьому випадку частина, яка містить код для розблокування/отримання критичного матеріалу, необхідного для доступу до решти диска, не шифрується. Цей код зазвичай робить щось на зразок (1) читання зашифрованого ключа з незашифрованої частини диска, (2) введення користувачем пароля, необхідного для його розшифровки, і (3) початок завантаження операційної системи, оскільки дані на диску, що містить його, тепер можуть бути розшифровані. Після завантаження операційної системи доступ до диска здійснюється через драйвер шифрування та прозорий для користувача та будь-якої іншої особи/зловмисника, який потрапив до такої системи. Це в основному проблема під час використання FDE у середовищі сервера, оскільки важко гарантувати, що ніхто інший не матиме доступу до системи під час її роботи. Крім того, при використанні FDE в серверному середовищі слід звернути увагу на те, як пароль/секретний ключ вводиться в систему сервера [ 2 ]. Інша проблема полягає в тому, що якщо незашифрована частина диска не захищена від маніпуляцій, наприклад, за допомогою безпечних технологій

завантаження, зловмисник може ефективно виконувати атаки, такі як атака злої покоївки [ 3 ]. Одним випадком FDE є зовнішні жорсткі диски, які містять алгоритм шифрування та PIN-код безпосередньо в корпусі. Це дозволяє легко використовувати з різними системами, оскільки вони не потребують підтримки FDE. У цьому випадку FDE є для них повністю прозорим.

### **Шифрування на основі файлів (FBE)**

Система, яка використовує файлове шифрування, схожа на систему FDE. Однак він працює на рівні окремих файлів, а не на рівні так званих блоків. Це означає, що система FBE шифрує кожен файл окремо. Розшифровку та шифрування може здійснювати операційна система кожного разу, коли файл читається та записується, або програма, якщо вона обмежена файлами, які читає та записує ця програма. Сучасні системи FBE включають сучасні смартфони під управлінням Android або iOS, вбудовану файлову систему шифрування Windows (EFS), системи Linux із fscrypt або хмарні рішення для зберігання, як-от Proton Drive та інші. Щоб зашифрувати вміст файлів, FBE може використовувати той самий ключ шифрування для всіх файлів або різні ключі для різних файлів. Це дозволяє, наприклад, запровадити різні рівні захисту для файлів, як на пристроях Apple під керуванням iOS. Там файли, доступні в заблокованому стані, шифруються іншим ключовим матеріалом, ніж файли, доступні лише в розблокованому стані. Коли пристрій заблоковано, ключовий матеріал останнього рівня захисту більше не доступний. Його можна відновити, лише розблокувавши телефон повторно. Проте негативним моментом є те, що більшість систем FBE сьогодні залишають для зловмисника одну або кілька із наведених нижче метаданих для вивчення:

- Час доступу та розмір файлу – виявлення того, чи використовувався файл нещодавно та якого типу він може бути
- Тип запису (файл або каталог) – розкриття використовуваних програм
- Для файлів zip, захищених паролем, навіть імена файлів є відкритим текстом

### **Ручне шифрування файлів**

На відміну від FDE та FBE, ручне шифрування файлів вимагає втручання користувача та є непрозорим. Найвідомішою системою є надання пароля для створення файлу .zip. Цей пароль зашифрує більшість, але не всі дані у файлі zip. Існують більш складні інструменти, такі як PGP, але вони створюють фундаментальну проблему керування, оскільки відправнику потрібен доступ до відкритого ключа одержувача.

### **Шифрування бази даних (DBE)**

DBE зазвичай виконується за допомогою одного з таких підходів: прозорий DBE, шифрування на рівні стовпця або шифрування на рівні поля. Вся база даних зашифрована тим самим симетричним ключем із прозорим DBE. Це гарантує, що дані з фізичного сховища неможливо буде прочитати в разі викрадення. Інші два підходи використовують те, як структуровані реляційні бази даних. Вони складаються з таблиць, таблиці складаються зі стовпців, а запис стовпця називається полем. За допомогою шифрування на рівні стовпців можна використовувати різні ключі шифрування для різних стовпців. Це додає, наприклад, можливість шифрувати лише частини даних і/або прив'язувати ключовий матеріал до певних ролей, що запобігає читанню даних користувачами з іншою роллю, яким вдається запитувати такий стовпець. Однак шифрування стовпців окремо може відбуватися за рахунок зниження швидкості, залежно від того, зашифровано лише один стовпець чи багато. Також можливе шифрування на рівні поля. Це дозволяє користувачам шукати в БД без розшифровки кожного поля, оскільки можна зашифрувати вміст поля (лише точні збіги), а потім шукати це значення. Однак коли шифрування рандомізовано, наприклад, шляхом додавання до вмісту випадкового значення фіксованого розміру перед його шифруванням, для однакових полів генерується інший результат. Це забезпечує більшу безпеку ціною загрози зашифрованим пошукам.



**Міркування безпеки****Алгоритми шифрування**

Деякі високопродуктивні пристрої шифрування існують в апаратному забезпеченні, але більшість систем засновані на програмному забезпеченні. Перевага використання програмного забезпечення полягає в тому, що систему можна легше оновлювати. Крім того, несправний апаратний компонент може унеможливити подальше використання системи, якщо заміна компонента недоступна.

Більшість систем використовують стандартні алгоритми шифрування, такі як AES або ChaCha20. Лише деякі системи створюють свої алгоритми [ 4 ]. Дивіться також [ 5, 6 ] для огляду.

AES працює як блоковий шифр, тобто може зашифрувати лише один блок даних. У випадку AES це 256 біт. Щоб зашифрувати весь диск, AES поєднується з *режимом блочного шифрування*, який дозволяє шифрувати більші блоки.

**Керування ключами**

Симетричний ключ, який використовується для шифрування, у найпростішому випадку отримується з пароля, наданого користувачем. Важливо, щоб пароль був достатньо довгим і мав достатню ентропію, щоб бути безпечним. Ця проста система не може відновити втрачений пароль і не може дозволити більше ніж одному користувачеві отримати доступ до тих самих даних.

Більш складні системи використовують асиметричне шифрування для захисту симетричного ключа. Цей додатковий асиметричний ключ може зберігатися в апаратному елементі, наприклад смарт-карті, модулі TPM або іншому. Ці системи також можуть включати двофакторну аутентифікацію.

У всіх системах має бути спосіб відновлення даних у надзвичайних ситуаціях. Наприклад, якщо користувачеві потрібно запам'ятати свій пароль або закритий ключ. Тим не менш, це потрібно зробити, щоб не можна було зловживати екстремним порядком. Дійсно, якщо цей надзвичайний варіант можна використовувати для доступу до несанкціонованих даних, це може стати радше проблемою, ніж рішенням. Тому необхідно знайти правильний баланс між конфіденційністю та доступністю.

**Примус**

Щоб отримати доступ до зашифрованих даних, будь то дані, захищені FDE, FBE або DBE, потрібен певний секретний/ключовий матеріал, наданий користувачем. Зловмисник може змусити користувача ввести пароль шляхом примусу, щоб отримати його. Це може бути насильство, загроза тюремного ув'язнення чи будь-який інший вид примусу [ 7 ]. Щоб перемогти цю атаку, деякі системи дозволяють користувачам вводити різні паролі. Залежно від пароля система відкриє один з двох контейнерів. Один пароль відкриває стандартну систему, файл або базу даних, а інший відкриває іншу, яка не містить конфіденційних даних. Для зовнішнього спостерігача майже неможливо дізнатися, на яку з двох систем він зараз дивиться. Одним із прикладів рішення, яке робить це на рівні дисків, є VeraCrypt [ 8 ].

**Тенденції**

Основні функції FDE і FBE тепер легко доступні в популярних операційних системах, таких як Windows, MacOSX і Linux. Проте все ще рідко можна побачити шифрування на стороні сервера, за винятком серверів великих гравців. Наприклад, Google використовує кілька рівнів шифрування. Це також пов'язано з тим, що користувачам потрібно вплинути на те, чи зашифровані дані за хмарними службами.

Дві функції шифрування, які можуть покращити взаємодію з користувачем, можуть отримати більшу популярність до 2025 року. Обидві передбачають керування секретним ключем: делеговане (зберігаюче) керування ключами та порогове шифрування.

Делеговане (зберігальне) керування ключами означає, що ключ знаходиться на сторонньому сервері. Це дозволяє відновити ключ, якщо основний власник втратить ключ. Microsoft і Apple пропонують цю послугу під час встановлення FDE. Хоча ця система



гарантує, що ключ буде доступним навіть у разі втрати пароля, тепер ви повинні довіряти зберігачу ключа, у цьому випадку Microsoft і Apple, щоб не віддати його.

Більш безпечним методом є порогове шифрування, яке надає ключ кільком сторонам. Для відновлення ключа потрібно взяти мінімум цих сторін. Таким чином, один учасник не може витікати ключ. За цією схемою працює декілька систем.

BitLocker Drive Encryption – пропрієтарна технологія, що є частиною операційних систем Microsoft Windows 10/11 Ultimate/Enterprise, Windows 7 Ultimate/Enterprise, Windows Server 2008 R2 і Windows 8. BitLocker дозволяє захищати дані шляхом повного шифрування диска (ів) (логічних, з Windows 7 – і карт SD та USB-флешек) (у термінології Microsoft – тому(ів)).

BitLocker – це програмне рішення для шифрування, яке може шифрувати всю систему та диски з даними; Зазвичай розгортання шифрування BitLocker на пристроях займає від кількох годин до одного дня, залежно від швидкості та розміру диска.

Корпорація Майкрософт зробила кілька кроків у наданні допомоги фахівцям із IT-безпеки для пом'якшення атак і ризиків, запровадивши кілька вдосконалень у свою пропозицію шифрування дисків BitLocker.

Сьогодні приблизно 60% проданих обчислювальних пристроїв є портативними комп'ютерами. Поширеність цих пристроїв створила проблеми для фахівців з IT-безпеки, оскільки їх легше втратити або вкрасти, ніж настільні комп'ютери, які залишаються у фізичному місці.

Кінцевим користувачам також дуже легко зберігати конфіденційні дані на ноутбуди для зручності та не помічати проблем безпеки.

Для багатьох компаній ці конфіденційні дані підпадають під дію законів про дотримання нормативних вимог, які можуть передбачати суворі грошові штрафи за недотримання. У разі витоку інформації ділова репутація може бути серйозно погіршена, як нещодавно показало порушення Target.

### **Що таке BitLocker Drive Encryption?**

Шифрування диска BitLocker вперше було представлено Microsoft у Windows Vista. Це повнофункціональний варіант шифрування диска для захисту комп'ютерів від атак, до яких система вразлива, коли зловмисник фізично володіє комп'ютером.

У Windows 7 Microsoft представила BitLocker To Go, який додав можливість шифрувати знімні диски, включаючи флеш-носії USB і зовнішні жорсткі диски, що робить це чудовим варіантом для порівняння зовнішнього жорсткого диска з хмарою для різних вимог. Процес розгортання також було вдосконалено для автоматичного використання середовища Microsoft Active Directory. BitLocker використовує алгоритм шифрування Advanced Encryption Standard (AES) із 128- або 256-бітним ключем. AES – це алгоритм шифрування, прийнятий урядом США.

Випустивши Windows Server 2012, корпорація Майкрософт внесла кілька важливих удосконалень у продукт, що спрощує розгортання та керування BitLocker фахівцям із IT-безпеки. BitLocker тепер доступний для використання з Windows 8, Windows 8 Pro та Windows 8 Enterprise разом із серверними версіями 2012.

### **Покращення BitLocker у Windows**

#### **Підтримка дисків із самошифруванням**

У попередніх версіях BitLocker ця технологія не підтримувала використання жорсткого диска з апаратним шифруванням як завантажувального диска. Це змінилося, і тепер ви можете використовувати диски з вбудованим апаратним шифруванням (часто їх називають дисками з самошифруванням або SED).

Підтримується широкий вибір типів накопичувачів, включаючи IDE, ATA, SATA, eSATA, SAS і SCSI, а також IEEE 1394 і USB. Windows Server 2012 робить крок вперед і підтримує BitLocker на дисках Fibre Channel і iSCSI. Ви також можете використовувати BitLocker з апаратними масивами RAID (але не з програмним RAID).

### **Розблокування мережі**

Іншою функцією BitLocker для Windows 8 і Server 2012 є розблокування мережі.

Функція розблокування мережі призначена для корпоративних середовищ, зокрема для систем, які належать до домену Windows. Це автоматично розблокує диски, захищені BitLocker, коли комп'ютер перезавантажується, якщо комп'ютер під'єднано до корпоративної мережі через дротове з'єднання (не відбувається з Wi-Fi або віддаленими з'єднаннями).

Це дозволяє уникнути проблеми, коли користувачі забувають свої PIN-коди або USB-ключі, коли вони підключені до довіреної мережі (припускається, що якщо вони фізично знаходяться в приміщенні з підключеним Ethernet, вони, ймовірно, є авторизованими користувачами). Це також полегшує розгортання виправлень та інших оновлень на робочих столах без нагляду, захищених BitLocker. Звичайно, це необов'язкова конфігурація. Для кращої безпеки організації все ще можуть вимагати введення PIN-коду (та/або вставлення USB-ключа) для доступу до захищених дисків навіть у корпоративній мережі.

### **Попередня підготовка BitLocker**

Ще одна особливість, призначена для підприємств, – це можливість попереднього налаштування BitLocker або його надання перед встановленням операційної системи. У Windows 7 уже була можливість підготувати розділ диска для BitLocker під час інсталяції, а Windows 8/Server 2012 дозволяє піти ще далі. Використовуючи Active Directory, фахівці з IT-безпеки можуть налаштувати середовище для розгортання систем із готовим BitLocker.

### **Захист цілісності процесу завантаження**

На додаток до переваг, згаданих вище, ще однією вагомою причиною для впровадження BitLocker є те, що він може захистити цілісність процесу завантаження. Якщо в комп'ютер втручаються без відома користувача, наприклад, шляхом несанкціонованого встановлення трояна чи іншого шкідливого програмного забезпечення, комп'ютер увійде в середовище відновлення BitLocker.

BitLocker і BitLocker to Go є чудовими рішеннями для запобігання неавторизованим третім сторонам від відновлення даних, що зберігаються на втрачених або викрадених портативних комп'ютерах або USB-накопичувачах. З огляду на те, що відбулася низка відомих порушень, і, на жаль, експерти погоджуються, що вони відбуватимуться й надалі, використання BitLocker і BitLocker to Go для захисту конфіденційних даних – це те, що вам і вашій організації слід серйозно розглянути.

З моменту випуску BitLocker зазнав низки оновлень, щоб підвищити ефективність захисту даних і полегшити використання для користувачів. Поточна версія BitLocker дозволяє адміністраторам Windows 11 і Windows 10 УВІМКНУТИ BitLocker безпосередньо в середовищі попередньої інсталяції Windows.

Якщо ви не знайомі з BitLocker, для користувачів доступні два методи шифрування:

1. Метод апаратного шифрування, для якого потрібен чіп безпеки Trusted Platform Module (TPM).
2. Програмний метод шифрування, який можна активувати за допомогою пароля або за допомогою USB-накопичувача.

### **Адміністрування та моніторинг Microsoft BitLocker**

За допомогою Microsoft Desktop Optimization Pack (MDOP) користувачі можуть без особливих зусиль керувати BitLocker і BitLocker To Go і надавати необхідну підтримку. Остання версія MDOP 2.5 постачається з пакетом оновлень 1, який містить низку функцій:

- Забезпечує сумісність із Windows 10 і дозволяє легко налаштувати процес відновлення.
- Включає Microsoft Endpoint Configuration Manager, який є централізованим оператором, який використовується для створення звітів і керування обсягами даних.
- Користувачі можуть використовувати Портал самообслуговування для відновлення зашифрованих пристроїв.

- Дозволяє системним адміністраторам шифрувати великі обсяги даних, створених підприємствами-клієнтами, шляхом ефективної автоматизації процесу шифрування.
- Користувачі Windows Enterprise можуть бути впевнені, що їхні корпоративні дані в безпеці незалежно від того, де вони працюють.
- Дозволяє співробітникам служби безпеки контролювати індивідуальні чи клієнтські комп'ютери та миттєво перевіряти стан їх відповідності. Вони також мають доступ до аудиту, який є необхідною умовою для отримання та відновлення конфіденційної інформації.
- Забезпечує ефективне виконання будь-яких політик щодо шифрування BitLocker, які ви налаштували для підприємств.
- Значно зменшує навантаження на службу підтримки, надаючи підтримку за допомогою запитів на відновлення BitLocker.
- Дозволяє користувачам легко інтегруватися з Microsoft Endpoint Configuration Manager та іншими корисними інструментами для автоматизації керування.

Шифрування пристрою BitLocker у Microsoft увімкнено за допомогою 128-бітного методу шифрування XTS-AES. Якщо ви хочете застосувати інший метод шифрування або налаштувати надійність шифру, вам потрібно буде розшифрувати зашифрований пристрій і за потреби застосувати нові налаштування.

### **Шифрування пристрою BitLocker: що вам слід знати**

Перш ніж розпочати роботу з шифруванням BitLocker, ось кілька ключових деталей, про які вам слід знати:

- Шифрування диска BitLocker підтримується Windows 10 Pro і Enterprise. Версія BitLocker сумісна з Windows 10 (у версії Home є своя версія BitLocker, але лише для вибраних пристроїв).
- Для шифрування диска BitLocker потрібен модуль довіреної платформи (TPM), щоб активувати розширені функції безпеки на вашому пристрої.
- Якщо ви вирішите увімкнути BitLocker за допомогою програмного шифрування, вам потрібно буде надати додаткову автентифікацію (пароль або флеш-USB).
- Переконайтеся, що вбудоване програмне забезпечення вашого комп'ютера підтримує TPM або USB. Немає функції? Зверніться до виробника та подайте запит на оновлення базової системи введення-виведення (BIOS) або уніфікованого розширюваного інтерфейсу мікропрограми (UEFI).
- Ваш пристрій має містити два розділи – один для файлів на жорсткому диску та інший для початку процесу інсталяції. Переконайтеся, що на вашому розділі жорсткого диска відформатована файлова система NTFS.
- Залежно від обсягу та типу даних процес шифрування може тривати деякий час.
- Ваш комп'ютер має мати джерело безперебійного живлення (UPS), поки увімкнено шифрування BitLocker.
- Хоча це нечасто, переконайтеся, що ви створили повну резервну копію вашої системи, якщо пізніше ви зіткнетесь з ризиками безпеки.

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема системи зображена на рисунку 1. Робота системи відбувається наступним чином. BitLocker Drive Encryption працює, управляючи кожним файлом з метою збереження конфіденційності, за допомогою алгоритму симетричного управління файлами з метою збереження конфіденційності, що залежить від версії операційної системи й налаштувань

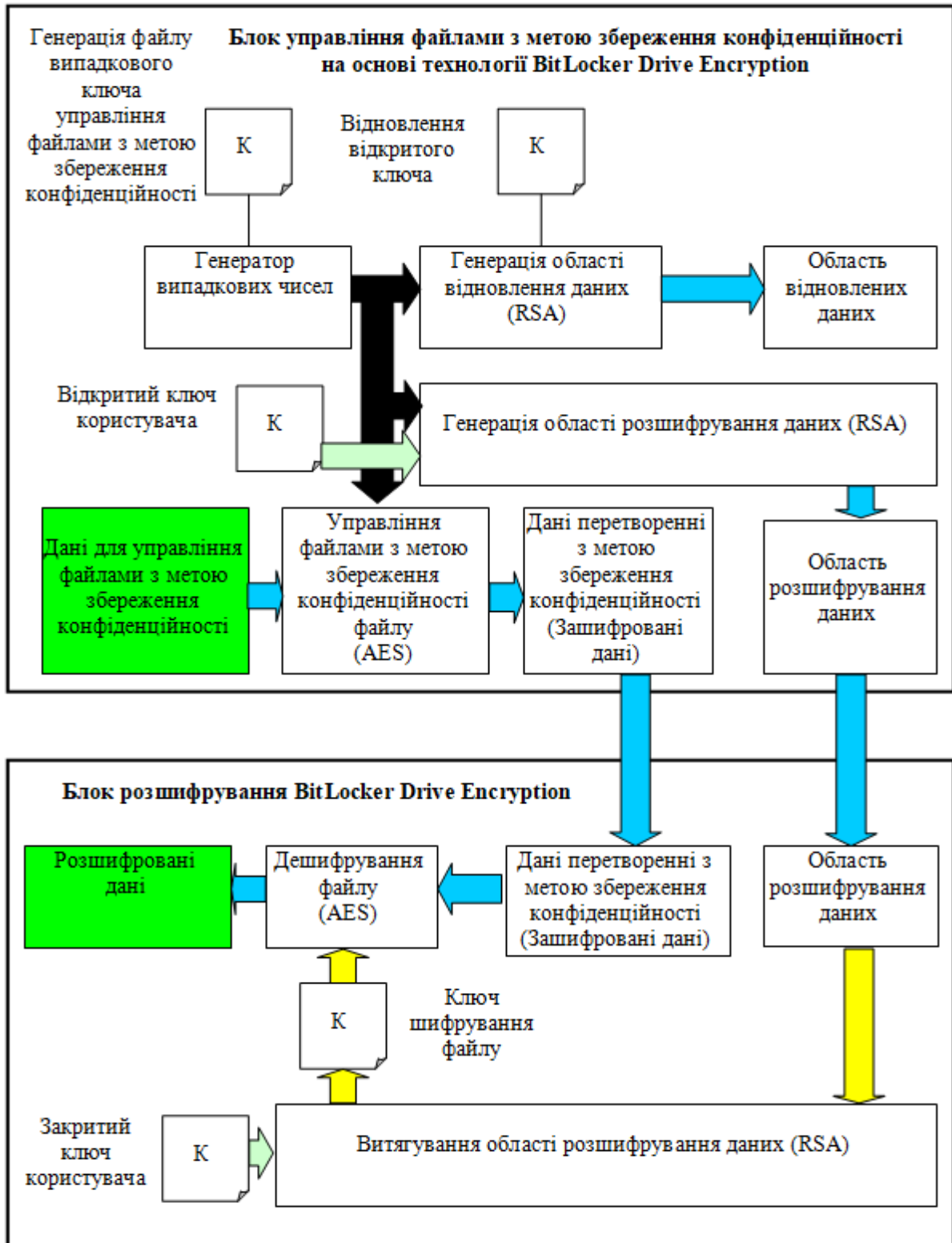


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption; Досліджена система управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління файлами в ОС Windows на основі технології



BitLocker Drive Encryption. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління файлами в ОС Windows на основі технології BitLocker Drive Encryption. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kandy, S., Smirnova, T., Prokopov, S., Bilanovych, A. «New Cost Function for S-boxes Generation by Simulated Annealing Algorithm». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023. vol 180. pp. 310-320. Springer, Cham.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kandy, S., Smirnov, O., Ulianovska, Y., Kobylanska, O. «Heuristic Search for Nonlinear Substitutions for Cryptographic Applications». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023. vol 180. Springer, Cham. pp. 288-298.
3. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 93-105.
4. Kuznetsov O., Frontoni E., Kuznetsova Ye., Smirnov O., Chevardin V. «Achieving Enhanced Security in Biometric Authentication: A Rigorous Analysis of Code-Based Fuzzy Extractor». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3624, 2023, pp. 330-339.
5. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
6. Kuznetsov, O., Kandy, S., Frontoni, E., Smirnov, O. «Trade-offs in Post-Quantum Cryptography: A Comparative Assessment of BIKE, HQC, and Classic McEliece». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3504, 2023, pp. 1-11.
7. Smirnov, O., Neskoriyeva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriyeva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
8. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, KL., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) *Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
9. Smirnov O.A., Al-Oraiqat A.M., Ulichev O.S., Meleshko Ye.V., Al-Rawashdeh H.S., Polishchuk L.I. «Modeling strategies for information influence dissemination in social networks». *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* Volume 13, Issue 5. Springer, Cham. 2022, pp. 2463-2477.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Girzheva O., Kiian A., Nakisko O., Kuznetsova T. «Advanced Code-Based Electronic Digital Signature Scheme». *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020, Kharkiv, 6 October 2020-9 October 2020*, P. 358-362.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova K. «Data hiding scheme based on spread sequence addressing». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2805, 2020, Pages 44-58.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
16. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Arischenko A., Chepurko I., Onikiychuk A., Kuznetsova T. «Pseudorandom sequences for spread spectrum image steganography». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 122-131.
18. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
19. Smirnov O., Lutsenko M., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T., «Biometric cryptosystems: overview, state-of-the-art and perspective directions». *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 152. Springer, Cham. 2021, pp 66-84.



20. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudo-random sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
21. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Babenko V., Perevozova I., Chepurko I. «New Approach to the Implementation of Post-Quantum Digital Signature Scheme». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 166-171.
22. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
23. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.

УДК 004

**О.Рябошакко, магістр гр. КН-22МЗ,**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ДАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ IMS

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи передачі мультимедійних даних за технологією IMS. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи передачі мультимедійних даних за технологією IMS. Об'єктом дослідження є процес передачі мультимедійних даних за технологією IMS. Предметом дослідження є методи передачі мультимедійних даних за технологією IMS. Методи дослідження базуються на методах теорії телетрафіку, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи передачі мультимедійних даних за технологією IMS. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Дані передаються постійно і практично всіма, хто має доступ до Інтернету. Велика кількість зображень і відео завантажуються в хмару та завантажуються з хмари щодня користувачами, компаніями, організаціями тощо для різноманітних цілей, включаючи розваги, рекламу та навчання. Час передачі зображення або відео може відрізнятися залежно від розміру носія. Однак час передачі також значною мірою залежить від типу мережі, що використовується. Якщо використовується мережа 4G, передавання медіа-файлів займає більше часу порівняно з передачею через мережу 5G. Це буде детально описано в розділі про мережі зв'язку. Тим не менш, медіа також мають власні вимоги до мережі, залежно від їх розміру, а також від природи медіа. Наприклад, якщо потрібно передати зображення, затримка передачі може бути неприємною, але це не вплине на перегляд отриманого зображення. Навпаки, якщо ми надсилаємо відео, яке є послідовністю стиснутих зображень, затримки в передачі цих зображень будуть введені затримки у відображенні відео під час потокової передачі відео користувачеві. Це значно вплине на якість досвіду користувача.

У разі тактильної передачі медіа проблема ще більш помітна. Дійсно, тактильні медіа складаються з невеликих за розміром блоків інформації, які мають передаватися з високою швидкістю. Це пов'язано з природою додатків, де тактильні дії відіграють важливу роль у взаємодії, як ми детально розглянемо в розділі про мультимодальну взаємодію. Отже, характеристики медіа, про які йде мова, є визначальними факторами, який тип мережі потрібен для успішної та своєчасної передачі мультимедіа.

Мультимедійна підсистема IP або IMS – це заснована на стандартах архітектурна структура для надання мультимедійних комунікаційних послуг, таких як голос, відео та текстові повідомлення через мережу IP. Специфікації IMS спочатку були створені 3rd Generation PartnershipProject (3GPP) для стандартизації реалізації мобільних мереж наступного покоління [1]. Основою архітектури послуг для мереж наступного покоління є архітектура IMS (IP MultimediaSubsystem), стандартизована 3GPP (3rdGeneration Partnership Project). IMS надає телекомунікаційним операторам можливість створювати відкриту інфраструктуру послуг на основі IP, що дозволяє легко розгортати нові багаті мультимедійні послуги, які поєднують телекомунікації та дані. Дизайн послуг IMS є ключовим питанням для ринку телекомунікацій. Послуги IMS, в основному, адаптовані до вподобань

користувача, засновані на кількох мережах безперервного доступу та наборах функцій послуг (наприклад, голосові/відео з'єднання, інструменти спільноти, присутність, конференція, ігри та трансляції). Архітектура та технічні аспекти архітектури IMS охоплюються органами стандартизації. Однак ці організації не надають чіткої моделі того, що таке послуга IMS (і чим вона не є).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи передачі мультимедійних даних за технологією ims.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи передачі мультимедійних даних за технологією IMS.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем передачі мультимедійних даних за технологією IMS.
- Дослідження системи передачі мультимедійних даних за технологією IMS.
- Програмна реалізація системи передачі мультимедійних даних за технологією

IMS.

*Об'єктом дослідження* є процес передачі мультимедійних даних за технологією IMS.

*Предметом дослідження* є методи передачі мультимедійних даних за технологією IMS.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії телеграфіку, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** IP Multimedia Subsystem або IMS – це заснована на стандартах архітектурна структура для надання мультимедійних комунікаційних послуг, таких як голос, відео та текстові повідомлення через IP-мережі. Специфікації IMS спочатку були створені Проектом партнерства третього покоління (3GPP) для стандартизації реалізації цих послуг у мобільних мережах наступного покоління.

Архітектура IP-мультимедійної підсистеми розбиває мережу на окремі прикладні, контрольні та транспортні рівні зі стандартизованими інтерфейсами для сприяння масштабованості, гнучкості та розширюваності. Надто спрощена архітектура IMS зображена на малюнку нижче.

IMS забезпечує безпечний і надійний мультимедійний зв'язок між різними пристроями в різних мережах. Архітектурна модель забезпечує уніфіковану інфраструктуру та спільні механізми для контролю, маніпулювання, маршрутизації та управління сесіями. Він також визначає, як реалізувати автентифікацію, авторизацію та контроль обліку. Специфікації IMS включають широко використовувані рекомендації IETF (Internet Engineering Task Force), такі як протокол ініціації сеансу (SIP) для сигналізації керування сеансом.

Рівень керування, який часто називають ядром IMS, є наріжним каменем архітектури, що відповідає за регулювання комунікаційних потоків. До основних функціональних елементів рівня управління належать:

- Сервери додатків – це додатки, що надають такі послуги, як керування телефонними дзвінками, безперервність дзвінків, конференц-дзвінки та налаштування додаткових послуг

- Функція керування сеансом виклику (CSCF) – серце архітектури IMS, відповідальне за керування сеансами між кінцевими точками (названими терміналами в специфікаціях IMS) і програмами

- Домашній сервер абонентів (HSS) – головна база даних, яка зберігає всю інформацію профілю користувача, яка використовується для автентифікації та авторизації абонентів

- Шлюз сигналізації (SGW) і функція керування медіа-шлюзом (MGCF) – відповідно забезпечують взаємодію SS7 і MGCP з PSTN

– Функції медіа-ресурсів (MRF) – надає пов'язані з медіа функції, такі як відтворення тонів і цифрових оголошень

Багато функцій IMS далі деконструюються на окремі функціональні елементи. Наприклад, функція CSCF охоплює три окремі ролі: обслуговуючий CSCF (C-CSCF), запитувальний CSCF (I-CSCF) і проксі-CSCF (P-CSCF).

#### **Які переваги та переваги IP-мультимедійних послуг?**

Визначаючи багатопарову мережеву архітектуру з відкритими інтерфейсами, IMS забезпечує більшу гнучкість і розширюваність порівняно з традиційними монолітними мережевими архітектурами. Переваги IMS і переваги для постачальників послуг включають:

– Незалежність програми, мережі та пристрою: програми відокремлені від транспортного рівня. Постачальники послуг можуть надавати загальні програми та послуги з уніфікованою автентифікацією, авторизацією та обліковим записом на різних пристроях у мобільних мережах 4G і 5G, мережах Wi-Fi, фіксованих мережах і мережах MSO.

– Компоненти багаторазового використання: скоротить CAPEX і OPEX, використовуючи загальні функціональні елементи IMS для підтримки кількох послуг

– Рішення на основі стандартів: шляхом розгортання мережевих елементів на основі стандартів постачальники послуг можуть усунути прив'язку до постачальника та стримати витрати.

– Взаємозв'язок послуг: використовуйте стандартні механізми для однорангового зв'язку та з'єднання різних мереж постачальників послуг зв'язку, а також для безперервного роумінгу між мережами.

– Покриття послуг: стандарти IMS охоплюють широкий спектр комунікаційних послуг на основі IP, включаючи голосовий, відео, текстовий чат, багатосторонні конференції та програми для співпраці.

– Конвергенція: шляхом розвитку застарілих голосових мереж TDM до конвергентних IP-мереж, які підтримують голосові та IP-мультимедійні послуги, постачальники послуг можуть зменшити OPEX.

– Якість обслуговування: IMS підтримує засновані на політиках механізми QoS для забезпечення SLA та забезпечення задовільного досвіду користувачів.

#### **Розробка структурної схеми**

На рисунку 1 зображено структурну схему системи. IMS (IP Multimedia Subsystem) – технологія передачі мультимедійних даних в електровз'язку на основі протоколу IP. Сама концепція є розвиток SoftSwitch, суть полягає в можливості надання необмеженого списку послуг, розподіляючи кожен як функцію на певний логічний сервіс.

IMS [3] надає SDP для надання мобільних мультимедійних послуг, таких як VoIP, відеотелефонія, мультимедійні конференції, мобільний контент і push-to-talk. Він базується на протоколах IETF (Internet Engineering Task Force), таких як SIP [4], DIAMETER [8], SDP, Real-Time Transport Protocol (RTP) і протокол керування передачею (TCP)/стек IP-протоколів. IMS вважається платформою надання послуг наступного покоління. Він включає модульну конструкцію з відкритими інтерфейсами та забезпечує гнучкість, необхідну для надання мультимедійних послуг через технологію IP. IMS не стандартизує певні послуги, але використовує стандартні засоби активації служб (наприклад, присутність) і за своєю суттю підтримує мультимедіа та VoIP. В архітектурі IMS SIP [4] використовується як стандартний протокол сигналізації, який встановлює, контролює, модифікує та припиняє голосові, відео та сеанси обміну повідомленнями між двома або більше учасниками. Сервери сигналізації, пов'язані з архітектурою, називаються функціями контролю стану (CSCF) і відрізняються своїми специфічними функціями.

Функціональність, пов'язана з автентифікацією, авторизацією та обліком (AAA), в IMS заснована на протоколі IETFDIAMETER [6] і реалізована в системі домашньої передплати (HSS), CSCF і багатьох інших компонентах IMS, щоб забезпечити функцію виставлення рахунків в IMS. Замість розробки протоколу з нуля, DIAMETER базувався на службі віддаленої автентифікації за викликом користувача (RADIUS) [7], яка

використовувалася для надання послуг AAA для серверів і терміналів комутованого доступу в усіх середовищах. Інший протокол, важливий для мультимедійного вмісту, — транспортний протокол реального часу (RTP) [8], який забезпечує наскрізну доставку даних у реальному часі. Він також містить наскрізні послуги доставки, такі як ідентифікація типу корисного навантаження (кодек), нумерація послідовності та штампування часу, а також моніторинг даних у реальному часі. RTP забезпечує моніторинг якості обслуговування (QoS) за допомогою протоколу керування RTP (RTCP) [9], який передає інформацію про учасників медіа-сеансу.

Суб'єкти IMS і ключові функції можна класифікувати за шістьма категоріями [10]: керування сеансами та родина маршрутизації (CSCF), бази даних (HSS, SLF), елементи взаємодії (BGCF, MGCF тощо), послуги (сервер додатків, MRCP, MRFP), об'єкти підтримки (THIG, шлюз безпеки [SEG], PDF) і стягнення плати. Найважливіші компоненти та частини архітектури IMS описані наступним чином: Функція контролю стану виклику проксі (P-CSCF) є першою точкою контакту в базовій мультимедійній мережі IP; трафік сигналізації allSIP відабо до обладнання користувача (UE) проходить через P-CSCF. Його адресу виявляє UE після активації контексту протоколу пакетних даних (PDP). P-CSCF поводить себе як проксі, приймаючи та пересилаючи запити та відповіді. Він виконує такі функції, як авторизація ресурсів носія для відповідного рівня QoS, екстрені виклики, моніторинг, (де)стиснення заголовка та ідентифікація I-CSCF

Функція контролю стану запиту виклику (I-CSCF) є першою контактною точкою в мережі оператора. Він зв'язується з HSS, щоб отримати адресу S-CSCF для обслуговування користувача для реєстрації. Він пересилає SIP-запити та відповіді до S-CSCF. Він також виконує функції приховування топології мережі. Функція контролю стану викликів (S-CSCF) виконує послуги керування сеансом для кінцевої точки та підтримує стан сеансу відповідно до потреб оператора мережі для підтримки послуг. У мережі оператора різні S-CSCF можуть мати різні функції. Важливі функції, які виконує S-CSCF, включають реєстрацію користувачів/взаємодію з сервісними платформами для підтримки сервісів. S-CSCF вирішує, чи потрібно AS отримувати інформацію, пов'язану з вхідним запитом на сеанс SIP, щоб забезпечити відповідну обробку послуг. Рішення в S-CSCF базується на інформації фільтра, отриманій від HSS [10]. Ця інформація фільтра зберігається та передається кожному користувачеві окремо для кожного сервера окремої програми. Домашній абонентський сервер (HSS) є еквівалентом HLR (реєстру домашнього розташування) у системах 2G, але розширений двома опорними точками на основі DIAMETER. Це головна база даних IMS, яка зберігає профілі користувачів IMS, включаючи інформацію про індивідуальну фільтрацію, інформацію про статус користувача та профілі сервера додатків. Сервер додатків (AS) надає сервісні платформи в середовищах IMS. Він не стосується того, як програмуються мультимедійні/додаткові програми; підтримуються лише чітко визначені інтерфейси сигналізації та адміністрування (контроль служби IMS [ISC] і Sh), а також протоколи SIP і DIAMETER. Це дозволяє розробникам використовувати майже будь-яку парадигму програмування в SIP AS, наприклад застарілі інтелектуальні мережеві сервери (тобто середовища підтримки CAMEL); сервери/шлюзи відкритого сервісного доступу (OSA)/Parlay; або будь-яка перевірена парадигма програмування VoIP SIP, як-от сервлети SIP, мова програмування викликів (CPL) і сценарії загального інтерфейсу шлюзу (CGI) [11].

SIP AS запускається S-CSCF, який перенаправляє певні сеанси до SIPAS на основі завантажених критеріїв фільтра або шляхом запиту інформації фільтра від HSS у парадигмі на основі користувача. SIP AS містить правила фільтрації, щоб вирішити, яку з програм, розгорнутих на сервері, слід вибрати для обробки сеансу. Під час виконання логіки обслуговування SIP AS також може спілкуватися з HSS, щоб отримати додаткову інформацію про абонента або отримати сповіщення про зміни в профілі абонента [12]. Функцію медіа-ресурсу (MRF) можна розділити на контролер функції медіа-ресурсу (MRFC) і процесор функції медіа-ресурсу (MRFP). Він забезпечує ресурси обробки медіа-потоків, такі як мікшування медіа-оголошень, медіа-оголошення, аналіз медіа-ресурсів, і перекодування



медіа, а також мови [10]. Іншими трьома компонентами є функція керування межовим шлюзом (BGCF), функція керування медіа-шлюзом (MGCF) і медіа-шлюз (MG), які забезпечують взаємодію каналів між RTP/IP і каналами-носіями, що використовуються в застарілих мережах. Система кінцевого користувача IMS забезпечує необхідну підтримку протоколу IMS, а саме SIP, і пов'язані з послугами медіа-кодеки для мультимедійних програм на додаток до базової підтримки підключення (наприклад, GPRS, бездротова локальна мережа [WLAN])

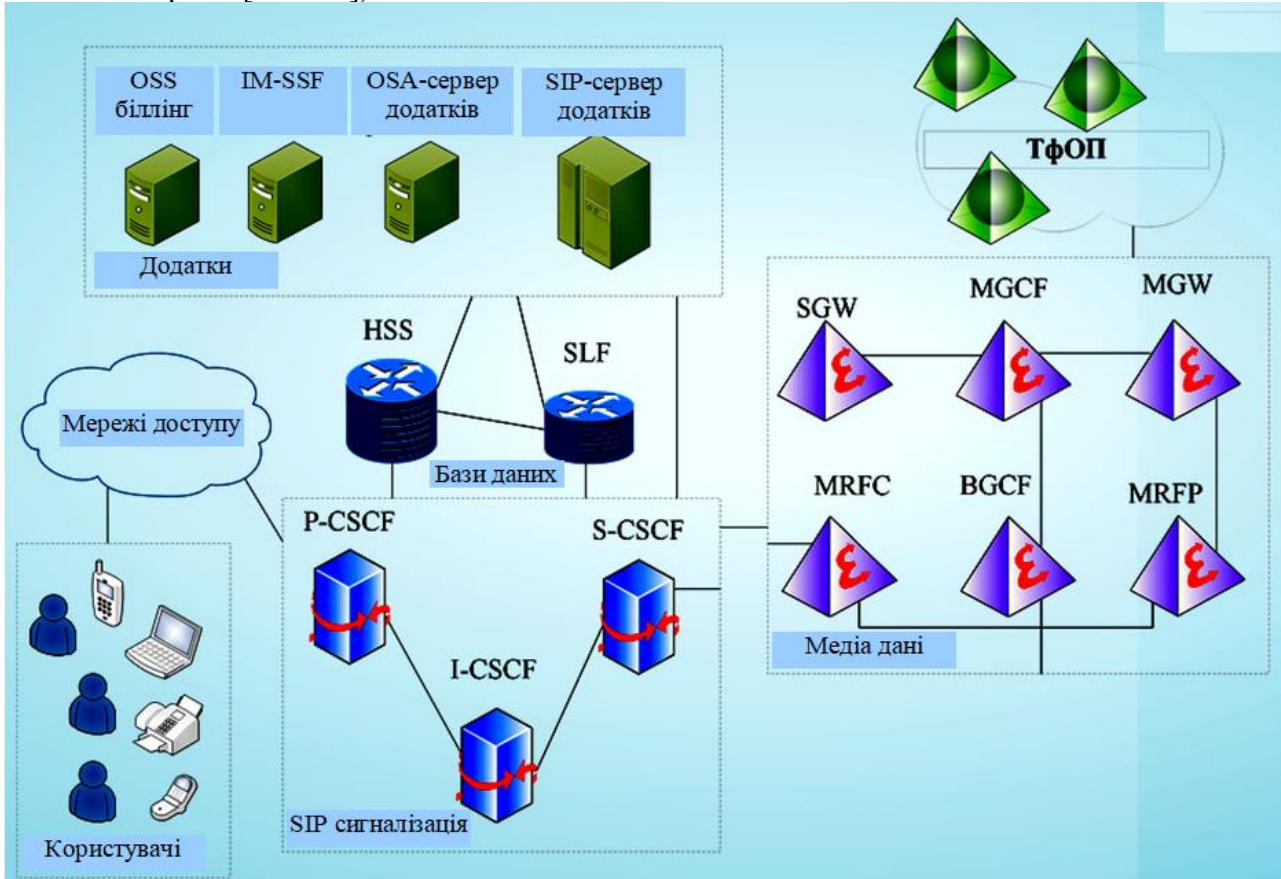


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Серйозним фактором, що стримує повноцінну реалізацію архітектури IMS, є те, що переважна більшість телефонних мереж, включаючи й мережі стільникового зв'язку, ґрунтуються на комутації каналів, а “ідеологія” IMS – пакетна. Причому не просто пакетна: у документах 3GPP прописане використання протоколу IP версії 6 (IPv6). Це значить, що для повноцінного переходу до IMS операторів зв'язку прийде не тільки вибудувати нову схему керування сеансами зв'язку й модернізувати системи підтримки експлуатації (OSS) і бізнес-операцій (BSS), але й істотно попрацювати над базовою інфраструктурою, забезпечивши підтримку маршрутизаторами протоколу IPv6. Здається, далеко не всі оператори готові найближчим часом піти на такі масштабні інвестиції.

Ще одна велика проблема – відсутність терміналів, орієнтованих на роботу в IMS-мережах. Якщо в традиційних телефонних мережах термінали (телефони) – це пристрої, що володіють мінімумом “інтелектуальних” функцій, то технології IMS вимагають досить високого рівня цього самого “інтелекту” для роботи зі складними прикладними службами. Коли ми говоримо про IMS-сумісні термінали, то в першу чергу маємо на увазі, що мобільна трубка або інший абонентський пристрій поставлені клієнтом, здатним ініціювати й обробляти IMS-запити. Крім того, цей клієнт повинен підтримувати роботу таких додатків, як, наприклад, push-to-talk. Ці додатки можуть поставлятися із самим терміналом або завантажуватися з мережі.

Сьогодні ситуація така, що розроблювачі термінального встаткування не готові почати масове виробництво IMS-сумісних терміналів з тієї причини, що самих мереж IMS ще дуже й дуже мало. Разом з тим відсутність терміналів (і нових додатків) серйозно гальмує розгортання нових мереж. Тільки коли це замкнуте коло буде розірваний, можна буде говорити про початок широкомасштабного розгортання IMS-систем.

Тактична мета впровадження IMS – реалізація нових, цікавих користувачам послуг – здатна підвищити прихильність абонентів до свого сервіс-провайдеру. Однак повний перехід до архітектури IMS може спричинити зовсім інший ефект. Як тільки середовище керування надаваними послугами стане стандартної й уніфікованої (для мереж і фіксованого й мобільного зв'язку), операторам стане суцужніше підтримувати строгий контроль над “своїми” групами користувачів. Реалізація “листокової” IMS-архітектури приведе до чіткого поділу між постачальниками послуг і мережних операторів, і бізнес по наданню доступу до мережних інфраструктур також буде принципово відділений від бізнесу по наданню комунікаційних і інших послуг.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів передачі мультимедійних даних за технологією IMS. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем передачі мультимедійних даних за технологією IMS; Досліджена система передачі мультимедійних даних за технологією IMS; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи передачі мультимедійних даних за технологією IMS. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання передачі мультимедійних даних за технологією IMS. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.
2. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530*, 2023, pp. 256-265.
3. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
4. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187*, 2022,
5. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16*, 6223, 2022.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science, Vol 2*, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
11. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms

- for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2654*, 2020, Pages 1-14.
  13. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
  14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
  15. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
  16. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
  17. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
  18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 646-660.
  19. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, стр. 315-327.
  20. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.517-522.
  23. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

УДК 004

П.Скакун, магістр гр. КН-22М-1,  
Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ АРХІВІВ У ФАЙЛОВІЙ СИСТЕМІ NTFS З РОЗМЕЖУВАННЯМ ДОСТУПУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу. Об'єктом дослідження є процес створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу. Предметом дослідження є методи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу. Методи дослідження базуються на методах теорії інформації та кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Зазвичай користувачі займаються стиском текстових документів і книг, рідше – фотографій і відеоданих, тому що в останньому випадку виграш у вільному місці виявляється зовсім невеликим. Процес створення архіву називається архівацією або упакуванням, а добування файлів з архіву – розпакуванням або екстракцією.

Те, що є можливість архівувати інформацію – це добре. Але при перенесенні її на з'ємних носіях, або при передачі по мережі, гостро постають питання безпеки цієї заархівованої інформації. Причини можуть бути різні. Існує величезна кількість програм розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності, але всі вони (принаймні більшість) мають один істотний недолік. Існує потенційна небезпека розкриття конфіденційних даних. Справа в тому, що програма розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності, повинна зберігати незашифровану копію даних на диску (якщо звичайно операції читання/запису не виконуються разом із шифруванням/дешифруванням, що віднімає багато ресурсів) для користувача й тому існує потенційна можливість роздобути цю інформацію.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу.
- Дослідження системи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу.
- Програмна реалізація системи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу.

Об'єктом дослідження є процес створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу.



*Предметом дослідження є методи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу.*

*Методи дослідження базуються на методах теорії інформації та кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.*

**Виклад основного матеріалу.** Що таке архівування файлів? Архівування файлів – це своєчасний систематичний процес збору, зіставлення та переміщення застарілих, застарілих або рідко використовуваних даних із сервера чи операційної системи в окреме місце зберігання, сервер, стрічку чи навіть хмару. Усі заархівовані дані, як правило, стискаються за допомогою подібних або координуючих файлів і програм, які раніше працювали разом і спільно використовували історію. Крім того, до цього файлу буде включено будь-які записи та документацію щодо цих даних. Архівування файлів, як правило, виконується, щоб звільнити більше місця та зменшити «навантаження» на головний сервер або операційні системи організації та забезпечити швидко, безперебійну та ефективну роботу цих систем або зберегти важливі дані в безпеці для різних цілей зберігання. Архівування не слід плутати з резервним копіюванням файлів, коли дані копіюються з метою відновлення.

Більшість організацій щодня працюють із різноманітними типами файлів. Звичайно, типи файлів, які ви використовуєте найчастіше, залежатимуть від вашої галузі. Але єдине, що об'єднує всі підприємства, – це потреба в програмному забезпеченні для організації файлів.

Чи знаєте ви, що таке програмне забезпечення для організації файлів і яку користь воно може принести вашому бізнесу? Ми пояснюємо потребу в цьому типі програмного забезпечення та пояснюємо, на які важливі функції звернути увагу.

Ви не впевнені, яке програмне забезпечення для організації файлів вибрати для своєї команди? Не хвилюйтеся, у нас ви знайдете 10 найкращих варіантів програмного забезпечення для організації файлів для будь-якого бізнесу, який варто розглянути у 2024 році.

### **Що таке програмне забезпечення для організації файлів?**

Програмне забезпечення для організації файлів дозволяє створювати, класифікувати, зберігати та отримувати доступ до цифрових файлів на настільному комп'ютері, ноутбучі чи мобільних пристроях. Це важливо для загального керування файлами будь-якого бізнесу, від корпоративного та технологічного секторів до творчих індустрій.

Кожен бізнес унікальний з унікальними потребами. Типи файлів, що використовуються, відрізняються в різних галузях промисловості та навіть у цих галузях. Але всі вони користуються кількома загальними перевагами при використанні цього типу програмного забезпечення.

### **5 переваг програмного забезпечення для організації файлів для вашого бізнесу**

Програмне забезпечення для організації файлів пропонує компаніям кілька переваг, які працюють разом для більш гладкого робочого процесу.

#### **1. Це центральний цифровий хаб**

Програмне забезпечення для організації файлів зберігає всі ваші файли впорядкованими та класифікованими в одному місці. Він стає центральним центром цифрових активів, де ви можете швидко й легко знайти все, що вам потрібно. Це економить дорогий час, коли вам потрібен певний файл і ви поспішаєте вкласти в термін.

#### **2. Ваші процеси адміністрування спрощено**

Центральний центр для всіх ваших цифрових активів оптимізує всі ваші процеси адміністрування. Однією з перших переваг, яку ви помітите, є те, що пошук і отримання файлів стає швидшим. Це прискорює виконання повсякденних завдань, як-от обмін файлами з колегами та співавторами.

#### **3. Командам набагато легше співпрацювати**

Швидші та простіші процеси приносять користь не лише працівникам окремо, але й колективу. Співпраця стає легшою, оскільки кілька членів команди можуть разом працювати над файлами для вашого творчого вмісту, проектів брендингу чи маркетингових кампаній.



#### **4. Конфіденційні файли більш безпечні**

Незалежно від того, якою роботою ви займаєтеся, ваша компанія матиме конфіденційні файли. Це файли, які містять більш конфіденційні дані, які не повинні бути доступні будь-кому. Відповідне програмне забезпечення для організації файлів збереже ці файли в безпеці, щоб лише авторизовані користувачі мали доступ до них.

#### **5. Важливі файли не пропадають**

Якщо ви використовуєте програмне забезпечення для організації файлів, файли більше не передаються MIA. Втрата даних є сумним побічним ефектом витоку даних і технічних збоїв. На жаль, такі випадки з часом неминучі. Але втрата даних не обов'язкова, якщо вони регулярно створюються резервні копії у вашій системі організації файлів.

#### **6 особливостей програмного забезпечення для організації файлів**

Це основні функції, на які вам слід звернути увагу, вибираючи програмне забезпечення для організації файлів для вашої компанії.

##### **1. Простота використання**

У кого є час вивчати багато складних посібників із програмного забезпечення? Ми впевнені, що ви цього не зробите. Отже, шукайте продукт із простим налаштуванням і зручним інтерфейсом. Коли ви та ваша команда виявите, що програмне забезпечення легко впровадити та використовувати, ви почнете користуватися перевагами набагато раніше.

##### **2. Можливості автоматизації/AI**

Автоматизація кардинально змінила спосіб нашої роботи. AI пішов ще далі, маючи потенціал для швидшого, але точнішого додавання тегів до файлів і пошуку. Автоматизовані завдання та інструменти на основі ШІ зменшують навантаження на вашу команду. Завдяки цьому розумному використанню технології навіть малі підприємства можуть обігнати своїх конкурентів.

##### **3. Варіанти налаштування**

Пам'ятаєте, як ми казали, що всі підприємства унікальні? Нічия справа не схожа на вашу. Тож навіщо погоджуватися на універсальний підхід? Функції налаштування дозволяють налаштувати програмне забезпечення відповідно до ваших конкретних та унікальних потреб.

##### **4. Інструменти співпраці**

Ефективна командна робота та співпраця прокладають шлях до успіху. Однак це означає, що вам потрібні правильні інструменти для співпраці. Інструменти, які дозволяють товаришам по команді працювати разом і робити це краще. Це включає примітки, які вони бачать у режимі реального часу, про незавершену роботу, а також коментарі та анотації до файлів проекту.

##### **5. Інтеграції**

Інтеграція з програмним забезпеченням і платформами, які найчастіше використовуються, означає швидший і плавніший перехід між робочими процесами.

##### **6. Безпека**

Навіть якщо вибране вами програмне забезпечення для організації файлів має всі вищезгадані функції, це не добре, якщо воно не забезпечує безпеку. Якщо ви хочете створити та зберегти репутацію довіри, ви повинні захистити дані клієнтів і конфіденційні файли компанії. Параметри дозволів гарантують, що доступ мають лише авторизовані користувачі.

#### **10 програм для організації файлів, які варто розглянути**

Ось 10 варіантів програмного забезпечення для організації файлів, які варто розглянути. Деякі з них підходять для певного типу бізнесу чи спеціальної діяльності. Інші є більш повними за своїми функціями та цільовою аудиторією. Якою б не була ваша організація файлів, ви обов'язково знайдете те, що вам підходить.

##### **1. Razuna**

Razuna – це більше, ніж просто програмне забезпечення для організації файлів. Це повна хмарна система керування цифровими активами, до якої регулярно

додаються інноваційні функції. Razuna підходить для всіх типів зберігання цифрових файлів, організації та спільного використання між командами в усіх типах робочих налаштувань.

Упорядкуйте всі свої документи та мультимедійні файли за допомогою спеціальних полів і міток, ключових слів, описів і метаданих. Або покладіться на алгоритм Helpmonks AI для автоматичного призначення тегів вашим файлам зображень. Це залежить від вас. Співпрацюєте над брендингом чи маркетингом? У комплект входить редактор зображень.

Безкоштовний обліковий запис доступний для п'яти користувачів із 500 ГБ пам'яті. Потрібно більше, ніж це? Це не біда. Виберіть платний план. Немає прихованих витрат або комісій за кожного користувача, лише одна ціна за ГБ/місяць, що дає необмежену кількість користувачів доступ до необмеженої кількості робочих просторів, колекцій і обміну файлами.

#### **Головні функції**

– Ви можете робити набагато більше, ніж просто зберігати та впорядковувати файли. Редагуйте, співпрацюйте, коментуйте, переглядайте та затверджуйте файли – усе це в Razuna. Контрольний слід означає, що ви можете відстежувати кожну діяльність.

– Зовнішня співпраця також є легкою. Створіть одне або кілька спільних посилань, кожне з індивідуальними налаштуваннями доступу та/або терміном дії.

– НІРАА-сумісні хмарні сервери для безпечного обміну файлами в приватній хмарі. Центр обробки даних доступний спеціально для ЄС.

#### **Найкраще для**

Razuna – найкращий вибір для всіх: від індивідуальних підприємців, віддалених працівників і невеликих команд до компаній усіх типів і розмірів. Ви отримуєте комплексне управління цифровими активами та систему організації файлів в одному пакеті. Знижки доступні для кваліфікованих некомерційних організацій і проектів з відкритим кодом.

### **2. Vox**

Vox – це хмарна система керування контентом. Це корисно для організації файлів, зберігання та спільного використання. Ви можете використовувати Vox для створення, копіювання, переміщення та видалення файлів і папок. Ви також можете перейменувати їх або додати описи, щоб допомогти в майбутньому пошуку файлів.

Ви бажаєте створювати та називати колекції файлів, видимі лише для вас, у вашому обліковому записі Vox? Це можна зробити за допомогою функції колекцій. Але Vox також можна використовувати для спільної роботи над файлами з будь-якого вашого пристрою. Є кілька тарифних планів як для окремих осіб, так і для команд, підприємств і підприємств.

Існує також індивідуальний план Enterprise і безкоштовний план (з обмеженим обсягом пам'яті та функціями) для окремих користувачів.

#### **Головні функції**

- Хмарне керування контентом
- Функції спільної роботи з файлами, а також функція приватних колекцій
- Різноманітність тарифних планів

#### **Найкраще для**

Vox – один із найкращих варіантів організації файлів для спільної роботи з файлами. Його різноманітні тарифні плани роблять його придатним для бізнесу різного розміру та бюджету. Безкоштовний план, хоч і обмежений, може підійти солопідприємцям.

### **3. Dokmee**

Dokmee пропонує систему керування корпоративним вмістом (ЕСМ) із різноманітними функціями, включаючи збір і зберігання даних, пошук і отримання файлів, а також спільний доступ до файлів. Це гнучка та зручна система, яка адаптується до різноманітних робочих середовищ.

Ви можете використовувати Dokmee, щоб упорядковувати файли в центральному місці, працювати з ними віддалено або ділитися ними по всьому світу. Він підтримує більшість основних хмарних сервісів. Таким чином, він ідеально підходить для віддалених команд і спільної роботи над проектами.

### **Головні функції**

- Зберігайте, керуйте та діліться всіма типами файлів
- Підтримує більшість постачальників хмарних послуг
- Контроль доступу та інтегрований журнал аудиту для безпеки файлів на всіх рівнях

### **Найкраще для**

Dokmee підходить для підприємств будь-якого розміру та в багатьох галузях, у тому числі на рівні підприємства. Тим не менш, це не найдоступніший варіант для індивідуальних підприємців або малого бізнесу з дуже обмеженим бюджетом.

### **4. Диск Google**

Більшість користувачів Google знайомі з Диском Google. Це хмарна платформа Google для зберігання та обміну файлами, ідеальна для особистого чи робочого використання. Диск Google є частиною Google Workspace і тому інтегрується з Gmail, такими інструментами Google, як Документи, Таблиці, Презентації та іншими популярними інструментами керування роботою.

Він дозволяє зберігати, ділитися та спільно працювати над файлами та папками з різних пристроїв: смартфона, планшета чи комп'ютера. Google Drive має вбудовані засоби безпеки, які захищають від зловмисного програмного забезпечення, спаму та програм-вимагачів. Тому він підходить для безпечної та надійної віддаленої роботи та співпраці.

### **Головні функції**

- Хмарне зберігання та обмін файлами, інтегроване з іншими інструментами Google
- Працює на всіх ваших пристроях і має до 15 ГБ безкоштовного сховища файлів для власників облікових записів Gmail
- Вбудовані засоби безпеки для більш безпечного обміну файлами

### **Найкраще для**

Диск Google ідеально підходить для людей, які вже користуються набором робочих інструментів Google. Це доступне та зручне рішення для індивідуальних підприємців і малого бізнесу.

### **5. M-Files**

M-Files – це платформа для керування документами, яка дозволяє користувачам автоматизувати процеси з файлами від створення документів до керування файлами. Його генеративна технологія штучного інтелекту M-Files Aino спрощує впорядкування, узагальнення та навіть переклад файлів документів.

M-Files можна використовувати для організації, затвердження та керування файлами, а також для спільної роботи над створенням документів. Правила доступу до документів і контрольний журнал роблять ваш обмін файлами та зовнішню співпрацю більш безпечними. Доступна різноманітність галузевих рішень.

### **Головні функції**

- Керування документами за допомогою функцій штучного інтелекту
- Безпека забезпечується засобами контролю доступу користувачів і журналом аудиту
- Ряд галузевих рішень

### **Найкраще для**

M-Files ідеально підходить для різноманітних галузей, особливо для тих, хто потребує керування файлами за допомогою штучного інтелекту та автоматизованих функцій.

### **6. Dropbox**

Потрібне просте, але надійне хмарне рішення для зберігання та обміну важливими файлами? Dropbox може бути відповіддю. У Dropbox ви можете зберігати та керувати файлами з дозволами користувача, захистом паролем або водяними знаками, щоб гарантувати доступ і редагування документів лише авторизованим користувачам.

Історія перегляду документів забезпечує додатковий спокій і полегшує моніторинг діяльності команди. Посилання, які можна відстежувати, показують, коли відкритий спільний файл і як довго користувачі з ним взаємодіють. Ви можете безпосередньо

редагувати свої PDF-файли та економити час на підготовку документів до надсилання за допомогою шаблонів електронного підпису.

#### **Головні функції**

– Інструменти для зберігання файлів, керування та обміну ними ідеально підходять для спільної роботи

– Надійно та безпечно завдяки заходам безпеки, таким як доступ користувача, пароль і захист водяних знаків

– Корисні автоматизовані функції та шаблони електронних підписів

#### **Найкраще для**

Dropbox підходить для індивідуальних підприємців і малих і середніх підприємств, які шукають безпечне керування файлами та співпрацю.

#### **7. OneDrive**

OneDrive – це хмарна служба зберігання, яку знають багато користувачів Microsoft 365. Це відповідь Microsoft на безпечне зберігання та керування вашими файлами. Якщо ви підписалися на 365, ви автоматично отримуєте доступ до нього, але ви також можете насолоджуватися до 5 ГБ безкоштовного сховища. Безпека включає шифрування даних і двофакторну перевірку.

OneDrive інтегрується з іншими інструментами Microsoft 365, такими як MS Word, Excel, PowerPoint, Microsoft Teams і службою електронної пошти Outlook. Ці інструменти створені, щоб доповнювати один одного для комплексного адміністрування офісу, керування документами та співпраці.

#### **Головні функції**

– Хмарне зберігання та обмін файлами, інтегроване з іншими популярними інструментами Microsoft Office

– Працює на всіх ваших пристроях із безкоштовною пам'яттю до 5 ГБ і значно більшою пам'яттю в платних планах

– У OneDrive є програми для мобільних пристроїв Android та iOS (смартфонів або планшетів), а також для користувачів комп'ютерів Windows або MacOS.

– OneDrive сумісний з усіма інструментами Microsoft 365.

#### **Найкраще для**

OneDrive підходить для команд, які вже використовують набір інструментів Microsoft 365 для офісного адміністрування та спільної роботи. Фрілансери та представники малого та середнього бізнесу знайдуть його зручним і доступним.

#### **8. Zoho WorkDrive**

Zoho WorkDrive пропонує командам безпечне програмне забезпечення для керування документами. Він оптимізує спільні проекти за допомогою вдосконалень ШІ, шаблонів даних, можливостей інтелектуального пошуку та таких функцій, як командні папки та анотації файлів.

Користувачі можуть отримувати доступ до файлів і папок WorkDrive безпосередньо зі свого робочого столу за допомогою TrueSync, тоді як WorkplaceGenie інтегрує ваші файли з іншими програмами для робочого столу. Zoho WorkDrive пропонує безкоштовне хмарне сховище для індивідуального користування та різноманітні тарифні плани, які оплачуються за кожного користувача принаймні трьох користувачів.

#### **Головні функції**

– Файли можна зберігати, керувати ними та ділитися ними з вашою командою. Надайте внутрішній доступ до своїх файлів і папок із розділу «Мої папки».

– Можливий зовнішній обмін файлами. Створюйте зовнішні посилання з термінами дії та паролями для більш безпечної співпраці.

– Безперервність забезпечується за допомогою TrueSync і WorkplaceGenie.

#### **Найкраще для**

Zoho WorkDrive найкраще підходить для великих організацій з багатьма членами команди, які потребують плавної та безпечної співпраці над файлами.

## 9. File Juggler

File Juggler – це інструмент організації файлів, який дозволяє створювати автоматичні робочі процеси для ваших файлів за допомогою автоматизованих правил. Ваші файли можна переміщувати, видаляти або навіть миттєво перейменовувати відповідно до ваших вимог. Інструмент читає вміст ваших файлів, а потім класифікує їх за вас.

Програміст-фрілансер із Європи створив інструмент File Juggler. На відміну від програмного забезпечення, створеного визнаними технологічними компаніями, його функції обмежені.

Він може класифікувати файли за датами, текстом або властивостями PDF. Але він не підтримує безпосередньо Dropbox, Google Drive або OneDrive і не підходить для використання на багатьох серверах. File Juggler обробляє файли, але не всі папки. Це не так дешево за те, що ви отримуєте, але є 30-денна безкоштовна пробна версія.

### Головні функції

- Створюйте власні робочі цикли файлів
- Переміщуйте, видаляйте або перейменовуйте файли швидко й легко
- Пропонується 30-денна безкоштовна пробна версія

### Найкраще для

File Juggler пропонує обмежені функції та підтримку, але він може бути ідеальним для індивідуальних підприємців або малого бізнесу з базовими потребами в організації файлів.

## 10. FileBot

FileBot відомий як «The Ultimate TV and Movie Renamer». Лише це повинно дати вам підказку щодо його придатності для вас або вашої команди.

FileBot може перейменовувати відео, зіставивши їх із онлайн-відеофайлами, а також перейменовувати аудіофайли за допомогою тегів ID3 або акустичних відбитків пальців AcoustID. Інструмент дозволяє зіставляти (і перейменовувати) цифрові мультимедійні файли з онлайн-видами баз даних або налаштовувати схему іменування відповідно до ваших вимог.

FileBot також може завантажувати медіа-ілюстрації, виділяти субтитри або записувати метадані. І ви можете запуснути FileBot віддалено, налаштувавши автоматизовані робочі процеси з файлами.

### Головні функції

- Реорганізуйте файли за лічені секунди
- Настроювана схема іменування
- Перейменуйте фотографії, відео та музику

### Найкраще для

FileBot корисний для перейменування та категоризації списків файлів, зокрема медіа-та аудіокліпів. Але крім цього, він досить обмежений для використання в бізнесі. Таким чином, FileBot найкраще підходить для творців контенту або інших, хто має завдання класифікувати мультимедіа.

### Висновок

Програмне забезпечення для організації файлів є невід'ємною частиною керування цифровими файлами. Він пропонує такі переваги, як ефективніша категоризація файлів, зберігання та пошук. Це полегшує пошук і передачу файлів для покращеної співпраці. І це зберігає файли в безпеці.

Щоб отримати максимальну віддачу від програмного забезпечення для організації файлів, виберіть програмне забезпечення з усіма потрібними функціями. Виберіть комплексну хмарну систему, яка робить усе це: Razona.

Razona – це альтернатива для керування файлами, яка забезпечує найбільший ефект. Це оптимізує організацію ваших файлів для всього, від керування брендом до створення вмісту та маркетингу.



**Призначення програмного забезпечення, розробленого в ході виконання магістерського проектування:**

- Створення архівів у файльовій системі NTFS з розмежуванням доступу.
- Захист від несанкціонованого доступу й розкриття конфіденційності архівованої інформації, що зберігається й обробляється на персональному комп'ютері або ноутбучі.
- Захист заархівованої інформації при переносі й зберіганні на знімних носіях.
- Розмежування прав користувачів на доступ до захищеної інформації з використанням надійної двофакторної автентифікації (володіння електронним ключем eToken і знання пароля).

**Необхідність програмного забезпечення, розробленого в ході виконання магістерського проектування:**

- При роботі на ноутбуці. Втрата або крадіжка ноутбука, несанкціоноване використання сторонніми особами.
- При роботі на персональному комп'ютері в офісі. Несанкціонований доступ до заархівованих даних по локальній мережі або неправомірне використання сторонніми особами під час відсутності користувача на робочому місці.
- Комп'ютер передається на сервісне обслуговування. Несанкціонований доступ до заархівованих даних під час проведення ремонтних і сервісних робіт внутрішньої ІТ-службою або зовнішньою сервісною компанією.
- Заархівована інформація конфіденційного характеру переноситься або пересилається на знімних носіях. Втрата або крадіжка носіїв.
- Необхідно забезпечити виконання вимог закону про персональні дані. Порушення конфіденційності персональних даних, які зберігаються й обробляються на персональних комп'ютерах в організації.

**Відмінні риси програмного забезпечення, розробленого в ході виконання магістерського проектування**

**Створення архівного файлу програми**

Щоб створити архівний файл програми, ви повинні спочатку створити правило продукту, щоб визначити компоненти, які ви хочете включити в архівний файл. Потім ви створюєте архівний файл, який містить компоненти програми.

**Створіть правило продукту**

Ви можете створити правило продукту двома способами:

- Створіть екземпляр правила вручну та додайте інформацію до полів у формі правила. Форма правила забезпечує більшу гнучкість, ніж майстер. Наприклад, ви можете встановити мінімальну або максимальну версії набору правил для включення в правило архівування. Ви також можете включити набори правил, яких немає в програмі. Однак введення інформації вручну, наприклад вибір конкретних екземплярів даних, може зайняти багато часу та бути схильним до помилок.
- Скористайтеся майстром упаковки додатків – він проведе вас через ряд кроків, які заповнюють і створюють правило продукту. Майстер включає набори правил у вашу програму. Оскільки майстер представляє перелік компонентів, які є у вашій програмі, вибір компонентів, які ви хочете включити, легший і точніший, ніж вручну вводити їх у правило продукту. Коли майстер створює правило продукту, він автоматично вводить ваші вибрані параметри у форму. Для більш точного контролю ви можете змінити правило продукту після того, як ви створили його в майстрі.

**Створіть архівний файл**

Перш ніж створити архівний файл, виконайте такі дії, щоб переконатися, що файл повний і правильний.

Не блокуйте делеговані набори правил. Блокування наборів правил не дозволяє користувачам оновлювати правила в системі призначення.

- Пов'яжіть свої записи даних із наборами правил; це гарантує, що всі записи даних, необхідні для вашої програми, включені в архівний файл.

– Переконайтеся, що всі правила зареєстровано, щоб набори правил були повними та актуальними.

– У більшості випадків блокуйте набори правил програми, включені в пакет, щоб гарантувати, що переміщена програма та її набори правил синхронізуються між вихідною та кінцевою системами.

– Об'єднайте розгалужені набори правил і видаліть розгалуження із програми, якщо ви експортуєте програму до робочої системи.

Ви можете створити архівний файл за допомогою кнопок у формі правила продукту або на цільовій сторінці, яка містить майстер.

#### **Створення архівів у файлової системі NTFS з розмежуванням доступу**

Стиск даних (графічних зображень, відеозображень і звуку) – процедура їхнього перекодування, вироблена з метою зменшення їхнього обсягу. Застосовується для більше раціонального використання пристроїв зберігання й передачі даних.

Стиск заснований на усуненні надмірності інформації, що втримується у вихідних даних.

#### **Надійний захист даних**

Розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності, розділів на жорстких дисках, томів на динамічних дисках, віртуальних дисків і знімних носіїв.

#### **Захист системного розділу жорсткого диска**

Системний розділ жорсткого диска містить дані, що представляють особливий інтерес для хакерів, конкурентів або інсайдерів. Наприклад, у системному розділі зберігаються облікові записи користувачів, логіни й паролі до різних інформаційних ресурсів, електронна пошта, ліцензійна інформація використовуваних програм і т.д. Зловмисники можуть одержати всі ці дані, аналізуючи тимчасові файли ОС, файли підкачування, файли-журнали додатків, дампи пам'яті, а також образ, що зберігається на диск при переході системи в «сплячий» режим.

Програмне забезпечення, розроблене в ході виконання магістерського проектування, на відміну від багатьох конкурентів, дозволяє захистити системний розділ, а також, що зберігається на ньому інформацію.

#### **Завантаження операційної системи по електронному ключі eToken**

Одержавши доступ до персонального комп'ютера, зловмисник або несумлінний співробітник може використовувати його для одержання доступу до закритих ресурсів (наприклад, до корпоративних серверів або платіжної системи користувача). Стандартні засоби авторизації операційної системи Microsoft Windows не можуть надійно обмежити завантаження й роботу в операційній системі. Використання електронних USB-ключів і смарт-карт eToken для автентифікації користувачів до завантаження ОС гарантує доступ до комп'ютера тільки довірених осіб.

Програмне забезпечення, розроблене в ході виконання магістерського проектування надає найбільш безпечну й надійну на сьогоднішній день процедуру підтвердження прав користувача – двофакторну автентифікацію – для доступу до даних необхідно не тільки наявність USB-токена, але й знання пароля до нього.

#### **Прозоре розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності**

Операції початкового зашифрування або повного перешифрування для сучасних дисків великого обсягу можуть зажадати значного часу, що може створити певні незручності для користувача.

У програмному забезпеченні, розробленому в ході виконання магістерського проектування всі операції зашифрування, перешифрування й розшифрування проводяться у фоновому режимі. Під час виконання цих операцій диск повністю доступний для роботи, що дає можливість використовувати комп'ютер, не чекаючи закінчення процесу розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності.

### **Відновлення доступу до зашифрованих дисків**

Якщо Ваш електронний ключ, персональний комп'ютер або окремих диск із даними потрапили в чужі руки, Ви можете бути спокійні за схоронність і неприступність Ваших даних – ніхто, крім Вас не зможе одержати доступ до них в обхід розробленої системи.

У випадку втрати або поломки USB-ключа або смарт-карти в програмному забезпеченні, розробленому в ході виконання магістерського проектування, передбачена можливість резервного відновлення доступу до даних.

### **Заборона доступу по мережі до зашифрованих даних**

Дані, що зберігаються на зашифрованих дисках персонального комп'ютера, доступні тільки адміністраторові безпеки й користувачам, що володіють електронними ключами eToken і зареєстрованими в програмному забезпеченні, розробленому в ході виконання магістерського проектування. Інші користувачі, включаючи системного адміністратора, не можуть одержати доступ до зашифрованих даних.

### **Необоротне видалення даних**

У програмному забезпеченні, розробленому в ході виконання магістерського проектування реалізовані дві функції безпеки даних:

- необоротне видалення даних;
- переміщення файлу без можливості відновлення по вихідному шляху.

### **Додаткові особливості**

- Захист даних від збоїв під час операцій розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності, включаючи перебої електроживлення.
- Підтримка режиму енергозбереження для ноутбуків.
- Динамічний розподіл швидкості розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності.

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема наведена на рисунку 1 З неї ми бачимо, що розроблена система складається з наступних структурних блоків.

1. Файли, які необхідно зашифрувати.
2. Блок архівування/розархівування.
3. Блок розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності, за допомогою алгоритму AES.
4. Блок розшифрування за допомогою алгоритму AES.
5. Розшифровані файли.
6. Блок вибору ключів розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності.
7. Генератор ключів розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності.
8. Генератор псевдовипадкових послідовностей.

Основним блоками системи є:

- Блок архівування/розархівування.
- Блок розмежування доступу, з ціллю збереження конфіденційності, з використанням алгоритму AES.

Розглянемо їх більш детально.

### **Блок архівування/розархівування**

Цей блок складається з наступних підблоків:

- Блок вибору алгоритмів архівування.
- Блок вибору формату файлу архівування.
- Блок вибору формату файлу розархівування.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу; Досліджена система створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання створення архівів у файльовій системі NTFS з розмежуванням доступу. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kandiy, S., Smirnova, T., Prokopov, S., Bilanovych, A. «New Cost Function for S-boxes Generation by Simulated Annealing Algorithm». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023. vol 180. pp. 310-320. Springer, Cham.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kandiy, S., Smirnov, O., Ulianovska, Y., Kobylanska, O. «Heuristic Search for Nonlinear Substitutions for Cryptographic Applications». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023. vol 180. Springer, Cham. pp. 288-298.
3. Kuznetsov, O., Kuznetsova, Y., Smirnov, O., Kostenko, O., Zvieriev, V. «Evaluating Hashing Algorithms in the Age of ASIC Resistance». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 93-105.
4. Kuznetsov O., Frontoni E., Kuznetsova Ye., Smirnov O., Chevardin V. «Achieving Enhanced Security in Biometric Authentication: A Rigorous Analysis of Code-Based Fuzzy Extractor». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3624, 2023, pp. 330-339.
5. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchey, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
6. Kuznetsov, O., Kandiy, S., Frontoni, E., Smirnov, O. «Trade-offs in Post-Quantum Cryptography: A Comparative Assessment of BIKE, HQC, and Classic McEliece». *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3504, 2023, pp. 1-11.
7. Smirnov, O., Neskorođieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorođieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
8. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebeshko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, KL., Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) *Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks*. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 131. 2023. Springer, Singapore. pp. 21-34.
9. Smirnov O.A., Al-Oraiqat A.M., Ulichev O.S., Meleshko Ye.V., Al-Rawashdeh H.S., Polishchuk L.I. «Modeling strategies for information influence dissemination in social networks». *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* Volume 13, Issue 5. Springer, Cham. 2022, pp. 2463-2477.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Girzheva O., Kiian A., Nakisko O., Kuznetsova T. «Advanced Code-Based Electronic Digital Signature Scheme». *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020, Kharkiv, 6 October 2020-9 October 2020*, P. 358-362.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova K. «Data hiding scheme based on spread sequence addressing». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2805, 2020, Pages 44-58.
14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
16. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
17. Smirnov O., Kuznetsov A., Arischenko A., Chepurko I., Onikiychuk A., Kuznetsova T. «Pseudorandom sequences for spread spectrum image steganography». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 122-131.
18. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
19. Smirnov O., Lutsenko M., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T., «Biometric cryptosystems: overview, state-of-the-art and perspective directions». *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 152. Springer, Cham. 2021, pp 66-84.
20. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudo-



- random sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
21. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Babenko V., Perevozova I., Chepurko I. «New Approach to the Implementation of Post-Quantum Digital Signature Scheme». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 166-171.
  22. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
  23. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.

УДК 004

Д.Скрипник, магістр гр. КІ-22МЗ,

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СТРУКТУРНОГО КОДУВАННЯ ДАНИХ У КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління. Об'єктом дослідження є процес структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління. Предметом дослідження є методи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Стиснення даних має дуже широке застосування в різних аспектах життя, таких як медицина [1], мультимедіа та обробка зображень [2-4], бездротова сенсорна мережа (WSN), яка є дуже цікавою мережевою технологією [5], а також комп'ютерна мережа, математичні обчислювальні методи історично перевершували вдосконалення топології та з'єднань мережі. Кількість балів на обчислювальний вузол зростає, пропускна здатність мережі, доступна для обчислювального вузла, зростає, однак недостатньо швидко, щоб не відставати від зростаючої обчислювальної продуктивності вузла. Очікується, що такий розрив збільшиться при вході в обчислювальну сферу з суперкомп'ютерами, які містять сотні обчислювальних ядер у кожному обчислювальному вузлі. У цьому новому полі пропускна здатність з'єднання між вузлами та різними файловими системами перевищить преміум-клас. Стиснення даних перед надсиланням їх на вузли введення/виведення призводить до зменшення навантаження на мережу. Навіть у випадку, коли вузли вводу/виводу вимагають декомпресії даних перед надсиланням їх у зовнішню мережу, стиснення все одно може бути корисним через те, що деякі підходи до стиснення є асиметричними відповідно до пропускної здатності, декомпресія зазвичай відбувається на порядок швидше, ніж стиснення, гарантуючи той факт, що декомпресія даних з використанням обмеженої кількості вузлів введення/виведення не повертається у вузьке місце [6]. Було визначено два методи стиснення, які включають без втрат або з втратами. Стиснення без втрат призводить до зменшення кількості бітів через ідентифікацію та усунення статистичної надлишковості, і нічого не втрачено в інформації. Другий підхід – це стиснення з втратами, яке зменшує кількість бітів шляхом видалення менш важливої або непотрібної інформації [7-9]. Зазвичай будь-який пристрій, що використовує стиснення даних, відомий як кодер, який може використовувати багато різних методів, навіть нейронну мережу [10] на одному або кількох рівнях [11]. Компресія хороша тим, що вона зменшує ресурси, необхідні для зберігання та передачі даних. Деякі з обчислювальних джерел використовуються в процесах стиснення та розпакування, які вважаються одним із компромісів стиснення. Конструкція системи стиснення даних має певні компроміси між різними факторами, які включають ступінь стиснення, ступінь викривлення, який було

введено, особливо у випадку використання стиснення даних із втратою даних, і обчислювальні джерела, необхідні для стиснення та розпакування даних [12]. Стиснення та кодування даних вважаються хорошим інструментом для підвищення продуктивності мережі, оскільки це передбачає надсилання або зберігання меншої кількості бітів, що потребує менше часу для надсилання даних [13].

Таким чином, магістерська робота присвячена підвищенню ефективності функціонування АСУ на основі новітніх методів стиснення інформаційних потоків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління.
- Дослідження системи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління.
- Програмна реалізація системи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління.

*Об'єктом дослідження* є процес структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління.

*Предметом дослідження* є методи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** У цьому розділі аналізується вплив стиснення даних на продуктивність мережі. На першому етапі файл даних стискається за допомогою кодування DCT і Хаффмана, а комп'ютерні програми пишуться за допомогою програми `mat lab`. Дві програми написані для виконання етапів стиснення кожного методу окремо та отримання результату стиснення. Також надайте інформацію та подробиці про основні ідеї методів стиснення з втратами та без втрат, їх подробиці та математичну формулу для Хаффмана як методу без втрат і DCT із втратами, а також ілюструйте основні показники, що використовуються для вимірювання продуктивності мережі.

### **Стиснення даних**

Стиснення даних із втратами та без втрат стиснення широко використовувалося в бездротових мережах, таких як мережі 3-G, і для оптимізації веб-сайтів для скорочення наскрізного часу передачі [14-20]. У цих ситуаціях стиснення призвело до зменшення затримки передачі та покращення часу відповіді. Стиснення призводить до покращення наскрізного часу передачі в мережі, пропускну здатності мережі та, відповідно, пропускну здатності файлу введення/виведення. Було проведено широкий спектр досліджень ефектів стиснення для мінімізації споживання енергії. Існує 2 класи стиснення [11-15].

### **Стиснення без втрат**

Це залежить від зменшення кількості бітів через ідентифікацію та усунення статичної надмірності. Кількість інформаційних бітів однакова до та після стиснення, кодування Лемпеля-Зіва, Хаффмана та кодування довжини серії є методами стиснення без втрат [26]. Метод кодування Хаффмана Код Хаффмана було зіставлено із символами фіксованої довжини на коди різної довжини. Алгоритм Хаффмана був заснований на списку всіх даних або символів, які були впорядковані в порядку спадання ймовірностей. На основі цих ймовірностей було призначено кодові слова. Довші кодові слова були призначені для менших ймовірностей, а коротші кодові слова для вищих. Після цього він створює бінарне

дерево методом «знизу вгору» з символом на кожному листі. У якому є кілька кроків, на кожному з яких вибрано 2 символи з мінімальними значеннями частоти, а потім додано до вершини часткового дерева. Вибрані символи мінімальної частоти були вилучені зі списку, замінені другорядним символом, який позначає 2 оригінальні символи. Ось чому список було зменшено до одного вторинного символу, що вказує на те, що дерево завершено. Нарешті, кожному листку або символу призначається кодове слово відповідно до шляху від кореневого вузла до символів у цьому списку. Нижче наведено кроки логарифма Хаффмана, які використовуються для стиснення файлу даних, який містить зображення:

1. Упорядкування можливостей частоти символів для форми завантаження та розгляд її як кінцевої серії у формі дерева.

2. Повторіть цей процес у випадку, якщо на діаграмі дерева є додаткова одна нота.

А. кожен 2 ноти з нижчою ймовірністю повторення частоти, що дорівнює кількості повторень ноти в результаті.

В. Кодування кожної пари гілок деревоподібної діаграми у подвійній формулі. Перевагою цього підходу є стабільність довжини коду, а також те, що між кодами немає інтервалів, що призводить до неоднозначності під час відкриття коду та повернення файлу до вихідного стану, на малюнку 1 показано кроки кодування Хаффмана [17, 18].

### **Стиснення з втратами**

При стисненні з втратами числовий біт зменшується шляхом ідентифікації необхідної інформації та її видалення. Цей метод стиснення вимагає певної втрати даних, які неможливо відновити до початкових даних. Це вказує на те, що спотворення даних досить низьке. Менше відволікання призводить до кращих результатів, і серед численних логарифмів є дискретне косинусне перетворення (DCT), яке виражає кінцеву послідовність точок даних на основі підсумовування косинусних функцій, які коливаються на різних частотах. DCT, був визначений як один із широко використовуваних методів перетворення в стисненні даних і обробці сигналу. Він використовується в більшості цифрових засобів масової інформації, включаючи цифрові зображення (наприклад, HEIF і JPEG, у яких невеликі компоненти високої частоти можуть не враховуватися), цифрове аудіо (наприклад, MP3, Dolby Digital і AAC), цифрове відео (наприклад, H.26x і MPEG), цифрове радіо (наприклад, DAB+ і AAC+), цифрове телебачення (наприклад, HDTV, VOD і SDTV) і мова. кодування (наприклад, Siren, Opus і AACLD). DCT схожий на DFT: він виконує перетворення зображення або сигналу.

### **Параметри продуктивності мережі**

Поняття продуктивності мережі пов'язане з послугами, які вона надає користувачам. Наприклад, мережа доставки контенту (CDN) надає послуги для доставки контенту користувачам замість постачальника контенту. Поняття продуктивності CDN залежить від типу вмісту, який він надає. Для CDN, яка надає користувачам сайт електронної комерції, зазвичай ефективність вимірюється на основі часу завантаження сторінки, а також доступності сторінки. Доступність є мірою відсотка часу, протягом якого користувач здатний завантажити сторінку веб-сайту без збоїв, а час завантаження є мірою швидкості, з якою сторінка була завантажена та відтворена браузером [11, 12]. Продуктивність можна виміряти багатьма матрицями, такими як затримка (затримка), пропускна здатність, тремтіння, втрата пакетів і пропускна здатність.

### **Пропускна здатність**

Пропускна здатність (також звану швидкістю передачі даних) можна визначити як здатність мережі переміщувати обсяг даних по черзі протягом одиниці часу, вона представляє швидкість, з якою мережа передає трафік програми.

### **Затримка**

Затримку можна визначити як час, необхідний для передачі пакету від пристрою-джерела до пристрою призначення. Її також можна визначити як часову затримку для проходження через мережу, яка включає в себе всі проміжні вузли від джерела до місця призначення. Для потоку пакетів, джиттер може бути визначений як міра затримки пакетів від перевантаження мережі в проміжних вузлах або з'єднаннях, які не мають необхідної

пропускної здатності, є фактичним показником швидкості передачі даних через мережу. Незважаючи на те, що спочатку пропускна здатність у бітах на секунду та пропускна здатність здаються ідентичними, однак це не так. Ширина смуги може бути визначена як потенційне вимірювання зв'язку, а пропускна здатність представляє фактичне вимірювання швидкості передачі даних [10, 11].

Встановлено, що суть кодування полягає у формуванні коду-номера  $N(m, \Lambda, \mathcal{G})_j$  всієї двійкової послідовності із заданим значенням структурної ознаки. Визначено, що структурними ознаками є: вектор  $\mathcal{S}$  заборон появи на певній позиції одиничного елемента ( $\overline{\mathcal{S}} = \{s_i\}, i = \overline{1, m}$ ;  $s_i$  – ознака заборони появи на  $i$ -й позиції одиничного елемента; якщо  $s_i = 0$ , те на  $i$ -й позиції заборонена поява одиниці й навпаки); кількість серій одиниць  $\mathcal{G}$  у двійковій послідовності. Кодування з урахуванням заборон на позиції одиниць відповідає структурному представленню двійкових даних. Двійкова послідовність чисел розглядається, як структурне число елементи якого набувають значення  $\{0; 1\}$ .

За результатами досліджень, отримано систему виразів однознакового структурного кодування двійкових даних у структурному просторі, що забезпечує формування коду-номера відповідно двійковому структурному числу, елементи якого задовольняють заданій структурній ознаці (система виразів, що визначає номер заданої двійкової послідовності в безлічі однознакових структурних чисел).

Встановлено, що безлічі двійкових послідовностей у структурному просторі за кількістю серій одиниць  $V(m, \Lambda, \mathcal{G})$  відповідає пронумерована множина двійкових послідовностей (1, 2), що містять задану кількість серій одиниць та не проходять через позиції із заборонами одиниць.

$$V(m, \Lambda, \mathcal{G}) = \sum_{k=1}^K V(\Theta^{(k)}) = \sum_{k=1}^K \prod_{z=1}^Z V(\mathcal{G}_z^{(k)}, \Theta^{(k)}) \quad (1)$$

$$V(\mathcal{G}_z^{(k)}, \Theta^{(k)}) = \binom{m_z + 1}{2\mathcal{G}_z^{(k)}} = \frac{(m_z + 1)!}{(2\mathcal{G}_z^{(k)})! (m_z + 1 - 2\mathcal{G}_z^{(k)})!}, \quad (2)$$

де

$\mathcal{G}_z^{(k)}$  – значення числа серій одиниць для  $\mathbf{Z}$ -ї припустимої зони двійкової послідовності  $A$ ;

$\Theta^{(k)}$  – вектор, елементами якого є  $k$ -та комбінація кількостей серій одиниць  $\mathcal{G}_z^{(k)}$  у припустимих зонах  $\Theta^{(k)} = \{\mathcal{G}_1^{(k)}, \dots, \mathcal{G}_z^{(k)}, \dots, \mathcal{G}_Z^{(k)}\}$ ,  $k = \overline{1, K}$ ;

$Z$  – кількість припустимих зон у двійковій послідовності;

$m_z$  – кількість двійкових елементів в  $z$ -й припустимій зоні;

$V(\mathcal{G}_z^{(k)}, \Theta^{(k)})$  – кількість припустимих двійкових послідовностей, отриманих для  $z$ -ї припустимої зони за кількістю серій одиниць, рівній  $\mathcal{G}_z^{(k)}$  для вектора  $\Theta^{(k)}$ .

Показано, що величина  $V(\mathcal{G}_z^{(k)}, \Theta^{(k)})$  дорівнює кількості двійкових підпослідовностей, що утворюють відповідну  $z$ -у зону, у яких число серій одиниць дорівнює  $\mathcal{G}_z^{(k)}$ . У зв'язку із цим  $z$ -м елементом безлічі  $\Psi(\Theta^{(k)})$  є величина коду-номера  $N(\mathcal{G}_z^{(k)}, \Theta^{(k)})$ , для якого виконується нерівність

$$N(\mathcal{G}_z^{(k)}, \Theta^{(k)}) \leq V(\mathcal{G}_z^{(k)}, \Theta^{(k)}) - 1. \quad (3)$$

Визначено, що кодування двійкових структурних чисел за кількістю серій одиниць є система виразів, що дозволяє визначити код-номер  $N(m, \Lambda, \mathcal{G})_j$  оброблюваної двійкової



послідовності  $A^{(j)} = \{a_{ij}\}_{i=1, \overline{m}}$  з виявленими обмеженнями на позиції одиниць  $\Lambda = \{\lambda_i\}_{i=1, \overline{m}}$  та на кількість серій одиниць  $\mathcal{G}$  у безлічі двійкових структурних чисел, що містять задану кількість серій одиниць.

Встановлено, що одноозначкове подання двійкових даних у структурному просторі є взаємооднозначним, а саме: за заданим кодом номером  $N(m, \Lambda, \mathcal{G})_j$  можна відновити тільки одну вихідну двійкову послідовність  $A^{(j)} = \{a_{ij}\}_{i=1, \overline{m}}$  відповідну даній кодовій конструкції без внесення похибки, тобто

$$N(m, \Lambda, \mathcal{G})_j = \varphi_k(A^{(j)}) ; A^{(j)*} = \varphi_d(N(m, \Lambda, \mathcal{G})_j) \quad (4)$$

де

$A^{(j)} = \{a_{izj}\}_{i=1, \overline{m}}$ ,  $A^{(j)*} = \{a_{izj}^*\}_{i=1, \overline{m}}$ ,  $a_{izj}^* = a_{izj}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ,  $z = \overline{1, Z}$ ,  $\varphi_k$ ,  $\varphi_d$  – відповідно оператори кодування й декодування двійкових структурних чисел з урахуванням обмеженої кількості серій одиниць;

$A^{(j)}$ ,  $A^{(j)*}$  – відповідно вихідна й відновлена двійкові послідовності;

$a_{izj}$ ,  $a_{izj}^*$  –  $i, z, j$ -е елементи відповідно до вихідної і відновленої двійкових послідовностей, що належать  $Z$ -й припустимій зоні.

Розроблено систему правил та алгоритмів відновлення двійкових структурних чисел з обмеженою кількістю серій одиниць.

Встановлено, що вихідну послідовність  $A^{(j)} = \{a_{izj}\}_{i=1, \overline{m}}$ , яка задовольняє обмеженням:

$$0 \leq a_{ij} \leq s_i ; s_i = \max_{1 \leq j \leq n} \{a_{ij}\} ; a_{ij} ; s_i \in \{0; 1\} ; \mathcal{G} = \sum_{z=1}^Z \mathcal{G}_z^{(k)} ; 0 \leq \mathcal{G}_z^{(k)} \leq \min \{ \mathcal{G} ; \lfloor \frac{m_z + 1}{2} \rfloor \}$$

можна відновити без внесення похибки на основі значень коду-номера  $N(m, \Lambda, \mathcal{G})_j$ ,

обмежень на позиції одиниць  $\Lambda = \{\lambda_i\}_{i=1, \overline{m}}$  і на кількість серій одиниць  $\mathcal{G}$ , тобто виконується умова  $A_\alpha^{(u)} = A_\alpha^{(j)}$ , де  $A_\alpha^{(u)}$  і  $A_\alpha^{(j)}$  вихідна й відновлена двійкові послідовності,  $\alpha = \overline{1, \zeta}$ .

Встановлено, що мінімальне значення коефіцієнта стиснення  $k_{\min}$  у результаті одноозначкового кодування двійкових даних у структурному просторі дорівнює:

$$k_{\min} = \frac{\log_2 m}{\log_2 V(m, \Lambda, \mathcal{G})} , \quad (5)$$

де  $V(m, \Lambda, \mathcal{G})$  – кількість двійкових чисел довжиною  $m$  елементів з кількістю серій одиниць  $\mathcal{G}$  у структурному просторі із заданим вектором обмежень  $\Lambda$ .

Встановлено, що величина  $k_{\min}$  є верхньою межею для значення коефіцієнта стиснення  $k_{cm}$ :

$$k_{cm} = \frac{\log_2 m}{\log_2 N(m, \Lambda, \mathcal{G})} < k_{\min} . \quad (6)$$

За рахунок розробленого кодування забезпечується додаткове підвищення ступеня стиснення щодо структурного кодування й структурного кодування за кількістю серій при цьому, виконуються відповідні нерівності:

$$\log_2 V(m, \Lambda, \mathcal{G}) \leq \log_2 V(m, \Lambda) , \quad (7)$$

$$\log_2 V(m, \Lambda, \mathcal{G}) \leq \log_2 V(m, \mathcal{G}) , \quad (8)$$

де  $\log_2 V(m, \Lambda)$  й  $\log_2 V(m, \mathcal{G})$  – кількість розрядів, що відведено для подання відповідно структурного й структурного числа з обмеженою кількістю серій одиниць та складені із  $m$  двійкових елементів кожне.

На підставі математичного моделювання й проведеного аналізу побудовані графіки залежностей величини мінімального коефіцієнта стиснення  $k_{cm}$  від  $m_z$  й  $\mathcal{G}_z^{(k)}$  (рисунок 1).

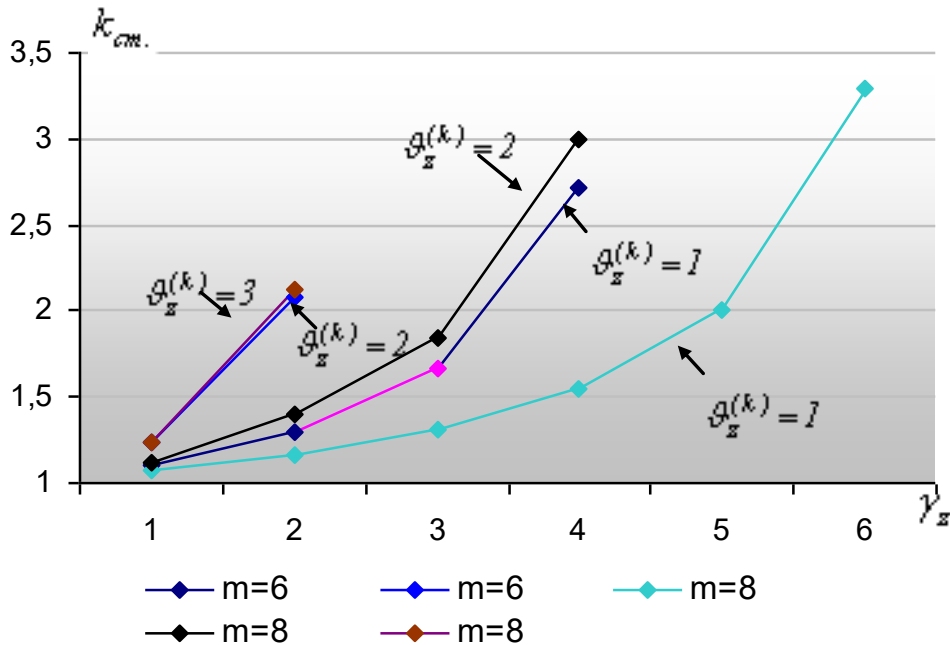


Рисунок 1 – Графіки залежності коефіцієнта стиснення  $k_{cm}$  від довжини двійкової послідовності  $m_z$ , числа серій одиниць  $\mathcal{G}_z^{(k)}$  і  $\gamma_z$  – кількість заборонених позицій одиниць в  $z$ -й зоні

З аналізу отриманих результатів впливає таке.

По-перше, максимальне значення додаткового коефіцієнта стиснення  $k_{cm}$  забезпечується зі збільшенням кількості позицій із забороненою появою одиниць.

Для  $m_z=8$  й  $\mathcal{G}_z^{(k)}=1$  при переході від  $\gamma_z=1$  до  $\gamma_z=6$  величина  $k_{cm}$  збільшується в 1 рази, для  $m_z=8$  й  $\mathcal{G}_z^{(k)}=2$  при переході від  $\gamma_z=1$  до  $\gamma_z=4$  величина  $k_{cm}$  збільшується в 2,67 рази, а для  $m_z=6$  й  $\mathcal{G}_z^{(k)}=1$  при переході від  $\gamma_z=1$  до  $\gamma_z=4$  величина  $k_{cm}$  збільшується в 2,47 рази.

По-друге, для фіксованих значень кількості заборонених позицій одиниць в  $z$ -й зоні найбільші значення величини  $k_{cm}$  досягаються із збільшенням кількості серій одиниць.

Для  $m_z=8$  й  $\gamma_z=2$  зі збільшенням кількості серій одиниць від  $\mathcal{G}_z^{(k)}=1$  до  $\mathcal{G}_z^{(k)}=3$  величина  $k_{cm}$  збільшується в 1,98 рази. Аналіз отриманих результатів показує, що величина  $k_{cm}$  для  $\mathcal{G}_z^{(k)}=1$ ,  $\gamma_z=1$  збільшується в 1,15 разів при зменшенні довжини припустимої зони від  $m_z=8$  до  $m_z=4$  (рисунок 2).

Отже, за результатами досліджень сформовано метод однознакового структурного кодування двійкових даних по кількості серій одиниць.

Встановлено, що розроблена система правил є взаємодозначною для процедур кодування і декодування інформаційних потоків в АСУ.

Встановлено, що додатковий облік обмежень на кількість серій одиничних елементів у двійкових послідовностях чисел забезпечує збільшення ступеня стиснення даних в АСУ без втрат інформації.

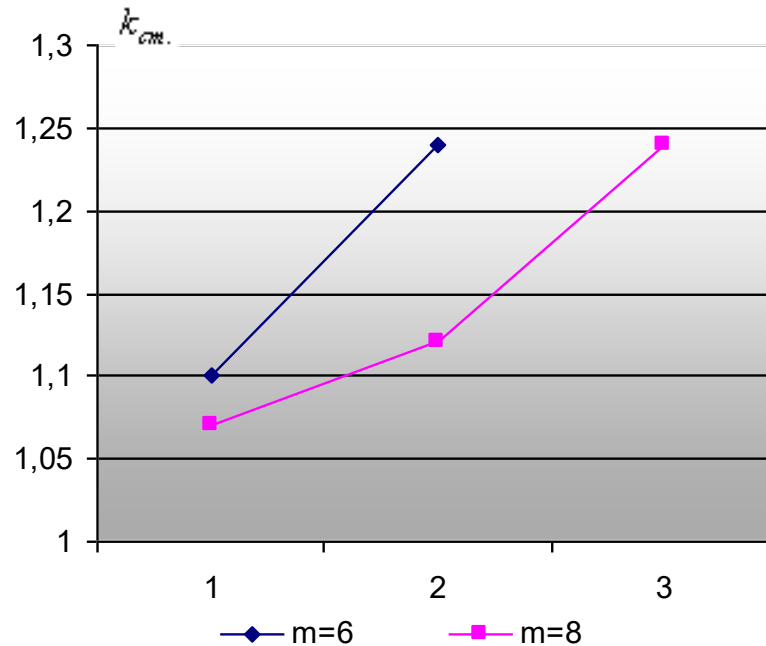


Рисунок 2. – Графіки залежності коефіцієнта стиснення  $k_{см.}$  від  $m_z$  і  $g_z^{(k)} = 1$  для  $\gamma_z = 1$

### Розробка структурної схеми

У даному розділі наведено розробку методів двоозначового структурного кодування двійкових даних з метою додаткового збільшення ступеня стиснення інформації в АСУ.

Структурними ознаками для двійкових послідовностей виступають: кількість серій одиниць у кожній припустимій зоні й межі припустимих зон.

Встановлено, що додаткове збільшення ступеня стиснення двійкових даних без внесення похибки в АСУ досягається в результаті обліку припустимих комбінацій тільки для одного вектора обмежень на число серій одиниць у припустимих зонах.

Виведемо аналітичні вирази, що дозволяють формувати код-номер для двійкових послідовностей, що задовольняють одночасно двом структурним ознакам.

Встановимо, що двоозначове подання двійкових структурних чисел є взаємодозначним, тобто відновлення вихідних даних здійснюється без внесення похибки в інформаційний потік АСУ.

Розробимо метод відновлення двійкових даних на основі двоозначового структурного декодування. Покажемо, що двійкові послідовності, що задовольняють системі структурних обмежень на число серій одиниць у припустимих зонах є двоозначовими двійковими структурними числами.

Множина, складена із двійкових послідовностей, що одночасно задовольняє структурним обмеженням:

- на позиції із припустимою появою одиничних елементів, що задається вектором обмежень на діапазон значень оброблюваних елементів  $\Lambda$ ;

- сумарне число серій одиниць  $g$  у всій оброблюваній послідовності (перша структурна ознака);

– число серій одиниць  $g_{z,j}$  у кожній припустимій зоні (друга структурна ознака – задається вектором  $\Theta^{(k)}$  значень величин  $g_z^{(k)}$ ) – визначена, як множина двоознакових двійкових структурних чисел.

Встановлено, що двоознаковою структурною нумерацією даних у двійковому структурному просторі є процес обчислення порядкового номера відповідно до двоознакового двійкового структурного числа в припустимій безлічі, що складається з двійкових послідовностей задовольняючій системі обмежень:

$$\begin{cases} 0 \leq a_{i,j} \leq s_i, i=\overline{1,m}; \\ g = \sum_{z=1}^Z g_z^{(k)}; \\ g_z^{(k)} = g_{z,j}, z=\overline{1,Z}, \end{cases} \quad (9)$$

де

$s_i$  – обмеження на позиції, що допускають появу одиничних елементів;

$g_z^{(k)}$  – припустиме значення обмеження на число серій одиниць в  $z$ -й зоні;

$g_{z,j}$  – значення числа серій одиниць в  $z$ -й зоні, обчислене для конкретної оброблюваної  $j$ -ї двійкової послідовності.

На основі аналізу встановлено, що значення коду-номера  $N(m, \Lambda, \Theta^{(k)})_j$  двоознакового двійкового структурного числа буде меншим у порівнянні зі значенням коду-номера  $N(m, \Lambda, g)_j$  одноознакового структурного числа  $N(m, \Lambda, \Theta^{(k)})_j \leq N(m, \Lambda, g)_j$ .

Встановимо взаємоднозначність двоознакового структурного подання двійкових даних у структурному просторі. Для обраного лексикографічного правила нумерації, заданих обмежень на число серій одиниць у кожній припустимій зоні й обмежень на розташування одиничних елементів у двійковій послідовності  $A(m, \Theta^{(k)})_j$ , можна сформувати тільки один код-номер  $N(m, \Lambda, g)_j$  відповідно до даної послідовності.

Визначено, що для двійкової послідовності  $A(m, \Theta^{(k)})$  розглянутої, як двоознакове структурне число із заданими структурними параметрами й обмеженнями, що накладені на них (довжина послідовності  $m$ , обмеження  $\Lambda$  на позиції із припустимою появою одиничних елементів та обмеження  $\Theta^{(k)}$  на число серій одиниць у припустимих зонах) – можна сформувати тільки один код-номер  $N(m, \Lambda, \Theta^{(k)})_j$  відповідно до цієї послідовності.

Розроблено систему правил відновлення двійкових двоознакових структурних чисел у вигляді структурної схеми системи (рисунок 3). Двійкову послідовність  $A(m, \Theta^{(k)})_j = \{a_{i,z,j}\}_{i=\overline{1,m}}$ , що задовольняє системі обмежень можна відновити без внесення похибки на основі значень коду-номера  $N(m, \Lambda, \Theta^{(k)})_j$ , з урахуванням відомих значень величин: довжини послідовності  $m$ , вектора обмежень на позиції одиниць  $\Lambda = \{\lambda_i\}_{i=\overline{1,m}}$  і вектора  $\Theta^{(k)}$  обмежень на число серій одиниць у припустимих зонах. На основі визначених переваг двоознакового відновлення відносно одноознакового поелементного відновлення встановлено, що є можливість здійснювати відновлення елементів  $z$ -ї припустимої зони незалежно від процесу відновлення попередніх  $(z-1)$  зон.

Таким чином, для додаткового підвищення ступеня компактного подання й зниження часу на кодування необхідно на однознакові структурні двійкові послідовності накладати додаткове обмеження на комбінацію числа серій одиниць у припустимих зонах.



Рисунок 3 – Структурна схема системи

Встановлено, що: верхньою межею обсягу безлічі двоозначових чисел є обсяг безлічі одноозначових структурних чисел; кількість розрядів, що відведено на подання коду-номера двоозначового двійкового структурного числа не буде перевищувати кількість розрядів, що витрачаються на подання коду-номера одноозначового двійкового числа в структурному просторі.

Розробимо методіку оцінки ступеня компактного подання двоозначових структурних чисел. Здійснимо порівняльну оцінку характеристик розробленого компактного подання даних з відомими методами. На основі досліджень та математичного моделювання побудуємо графіки залежності величин мінімальних ступенів стиснення.

На основі проведених досліджень встановлено наступне.

По-перше, при фіксованих параметрах  $m=8$ ,  $Z=2$ ,  $\mathcal{G}=2$  значення мінімального ступеня стиснення для двоозначового подання збільшується в середньому на 30% при збільшенні кількості заборонених двійкових елементів в інформаційних потоках АСУ (рисунок 4).

Коефіцієнти  $k(m, \Lambda)_{\min}$ ,  $k(m, \mathcal{G})_{\min}$ ,  $k(m, \mathcal{G}, \Lambda)_{\min}$ ,  $k(m, \Lambda, \Theta^{(k)})_{\min}$  показані на рисунку 4, характеризують стиснення інформаційного потоку на основі структурного кодування, кодування з урахуванням обмеженого числа серій одиниць, одноозначового й двоозначового кодування у двійковому структурному просторі відповідно. Дані коефіцієнти є функції від параметрів: кодування довжини двійкової послідовності  $m$ , числа серій одиниць  $\mathcal{G}$ , кількості припустимих зон  $Z$ , кількості заборонених двійкових елементів  $\gamma$  і вектора обмежень  $\Theta^{(k)}$  на число серій одиниць у припустимих зонах.



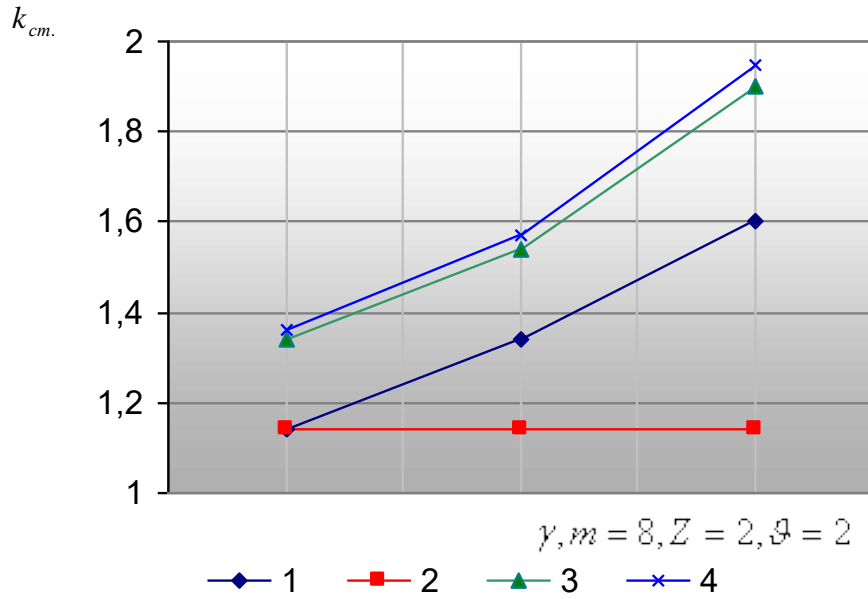


Рисунок 4 – Графіки залежності величин  $k(m, \Lambda)_{\min}$ ,  $k(m, \mathcal{G})_{\min}$ ,  $k(m, \mathcal{G}, \Lambda)_{\min}$  і  $k(m, \Lambda, \Theta^{(k)})_{\min}$  від  $\gamma$  й  $m=8$ ,  $Z=2$ ,  $\mathcal{G}=2$  для 1 – структурного кодування; 2 – кодування з обмеженням на число серій одиниць; 3 – однознакового структурного кодування; 4 – двознакового структурного кодування

По-друге, при фіксованих параметрах  $m=16$ ,  $\mathcal{G}=2$  і  $\gamma$  мінімальне значення ступеня стиснення для двознакового структурного кодування збільшується на 20% із збільшенням кількості припустимих зон  $Z$  (рисунок 5).

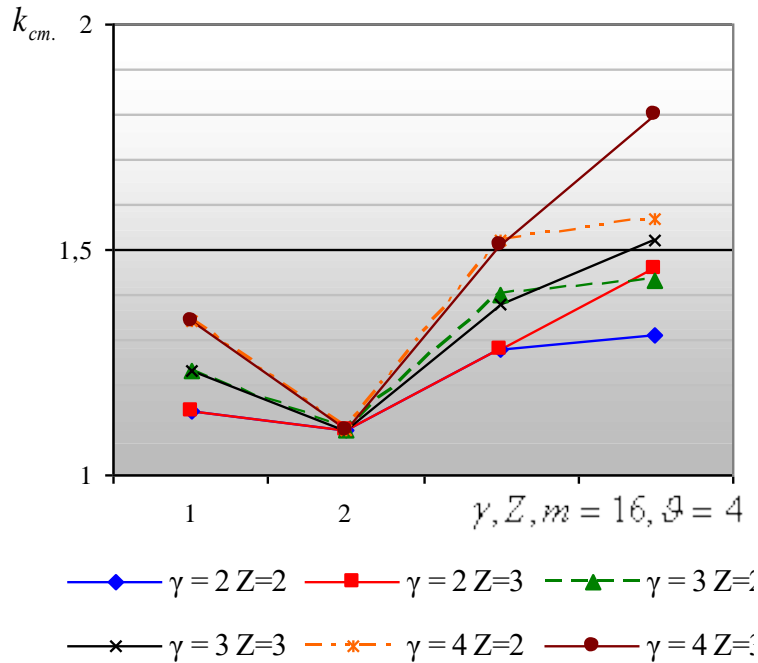


Рисунок 5 – Графіки залежності величин  $k(m, \Lambda)_{\min}$ ,  $k(m, \mathcal{G})_{\min}$ ,  $k(m, \mathcal{G}, \Lambda)_{\min}$  і  $k(m, \Lambda, \Theta^{(k)})_{\min}$  від  $\gamma$  й  $Z$ ,  $m=16$ ,  $\mathcal{G}=4$  для: 1-структурного кодування; 2- кодування з обмеженням на число серій одиниць; 3-однознакового структурного кодування; 4- двознакового структурного кодування

По-третє, у випадку обробки двійкового подання компонент ортогональних перетворень, двоознакове кодування досягає найбільшого значення мінімального ступеня стиснення – 6,25 разів.

При цьому перевага за мінімальним значенням ступеня стиснення для двоознакового кодування щодо структурного й кодування за кількістю серій досягає відповідно 70% і 90% для інформаційних мереж АСУ.

Існує тенденція збільшення мінімального ступеня стиснення для двоознакового структурного подання при збільшенні довжини оброблюваної послідовності.

По-четверте, при обробці на двійковому рівні кодових комбінацій архіваторів і графічних форматів найбільше значення мінімального ступеня стиснення для двоознакового кодування досягає 5 разів.

При цьому вираш за мінімальним значенням ступеня стиснення для двоознакового кодування відносно структурного й кодування за кількістю серій досягає відповідно 2,5 й 4,5 разів.

Існує тенденція зниження значення мінімального ступеня стиснення для двоознакового структурного подання при збільшенні кількості припустимих зон у середньому на 10% на одну зону.

За рахунок наявності структурних закономірностей в оброблюваних даних, мінімальне значення ступеня стиснення збільшується відповідно для ортогональних перетворень у 3,5 рази й для кодових комбінацій архіваторів у 2,5 рази (рисунок 6.). Таким чином, розроблено методи двоознакового структурного кодування, що забезпечують додаткове підвищення ступеня стиснення даних в комп'ютерних мережах АСУ.

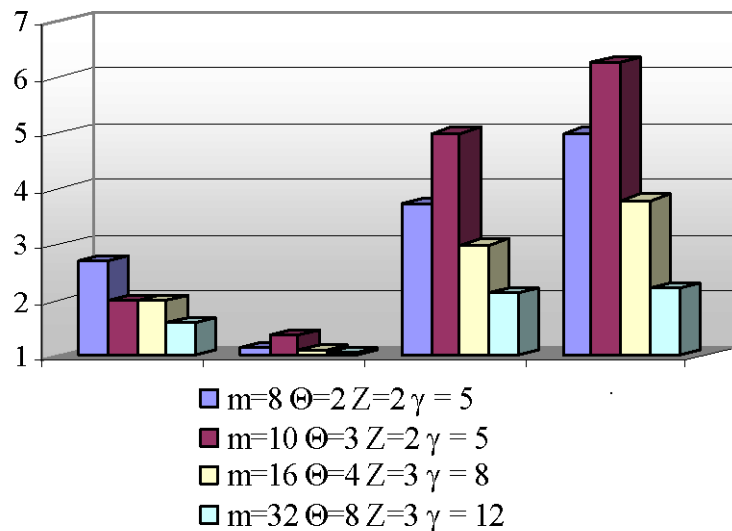


Рисунок 6 – Графіки залежності величин  $k(m, \Lambda)_{\min}$ ,  $k(m, S)_{\min}$ ,  $k(m, S, \Lambda)_{\min}$  і  $k(m, \Lambda, \Theta^{(x)})_{\min}$  від  $\gamma$ ,  $Z$ ,  $m$ ,  $S$  для компактного подання компонентів ортогональних

перетворень на основі: 1 – структурного кодування; 2 – кодування з обмеженням на число серій одиниць; 3 – одноознакового структурного кодування; 4 – двоознакового структурного кодування

Встановлені залежності для мінімального значення ступеня стиснення двоознакового структурного кодування в двійковому просторі від наявності структурних особливостей в оброблюваних даних залежно від структурних параметрів: довжина двійкової послідовності  $m$ , число серій одиниць  $S$ , кількість припустимих зон  $Z$ , кількість заборонених двійкових елементів  $\gamma$  і компоненти вектора обмежень  $\Theta^{(k)}$  щодо числа серій одиниць у припустимих зонах.

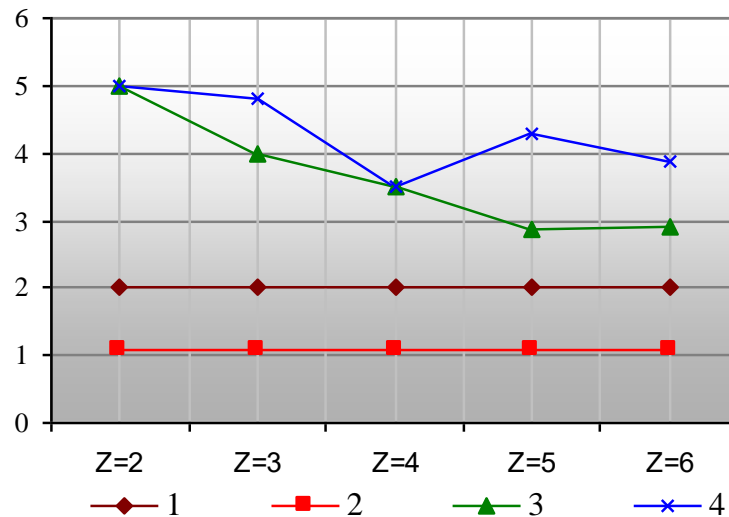


Рисунок 7 – Графіки залежності величин  $k(m, \Lambda)_{\min}$ ,  $k(m, \mathcal{G})_{\min}$ ,  $k(m, \mathcal{G}, \Lambda)_{\min}$  і  $k(m, \Lambda, \Theta^{(k)})_{\min}$  від  $Z$ ,  $m = 32$ ,  $\mathcal{G} = 8$ ,  $\gamma = 16$  для компактного подання кодових комбінацій архіваторів на основі: 1 – структурного кодування; 2 – кодування з обмеженням на число серій одиниць; 3 – однознакового структурного кодування; 4 – двознакового структурного кодування.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління; Досліджена система структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Pchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
2. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». Advanced Information Systems, 2023, 7(2), pp. 49-56.
3. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchov, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
4. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
5. Smirnova, T., Gnatyuk, S., Yudin, O., Sydorenko, V., Polozhentsev, A., «The Model for Calculating the Quantitative Criteria for Assessing the Security Level of Information and Telecommunication Systems». CEUR Workshop Proceedings Volume 3156, 2022, Pages 390-399.
6. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response

- System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
  8. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
  9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
  10. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
  11. Smirnov, O., Markovets, O. Vovk, N., Turchyn, Y., «Model of informational support for social network administrators' content creation». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 125-136.
  12. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings Volume 2616*, 2020, Pages 366-379.
  13. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
  14. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  17. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyz, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
  18. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kiian, A., Zamula, A., Rudenko, S., Hryhorenko, V., «Variance Analysis of Networks Traffic for Intrusion Detection in Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 353-358.
  21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2353*, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.

УДК 004

**А.Строміленко, магістр гр. КН-22М-1,**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ IRC-КЛІЄНТУ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи IRC-клієнту. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи IRC-клієнту. Об'єктом дослідження є процес IRC-клієнту. Предметом дослідження є методи IRC-клієнту. Методи дослідження базуються на методах побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи IRC-клієнту. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** IRC означає Internet Relay Chat. Це протокол чату. У IRC є 2 компоненти.

– Клієнти – це програми, які дозволяють використовувати IRC. Їх можна встановити на багатьох різних операційних системах або навіть запускати у веб-браузері.

– Сервери – це те, до чого підключаються клієнти. IRCChat Chat має мережу серверів. Не хвилюйтеся, вам потрібно знати лише одну адресу для мережі. Це адреса

Такі мережі, як ми, використовують систему Round Robin для рівномірного розподілу користувачів між серверами. Наявність великої кількості серверів забезпечує резервування, тому несправність одного сервера не призведе до зупинки всієї мережі. Користування IRC зазвичай безкоштовне, але іноді вам може знадобитися придбати клієнта або сплатити плату за підписку на клієнта, розміщеного кимось іншим.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи Іrc-клієнту.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи IRC-клієнту.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем IRC-клієнту.
- Дослідження системи IRC-клієнту.
- Програмна реалізація системи IRC-клієнту.

*Об'єктом дослідження* є процес IRC-клієнту.

*Предметом дослідження* є методи IRC-клієнту.

*Методи дослідження* базуються на методах побудови комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо існуючі програмні засоби для організації чату. У 2025 році ландшафт глобальної комунікації стрімко розвивається, і програми для живого чату стають важливими інструментами для компаній, щоб спілкуватися з клієнтами по всьому світу. Оскільки все більше уваги приділяється взаємодії в режимі реального часу та персоналізованому обслуговуванню клієнтів, доступ до різноманітних безкоштовних програм для чату в реальному часі може значно підвищити здатність компанії безперебійно спілкуватися через кордони. Від галузевих гігантів, таких як WhatsApp Business і Facebook Messenger, до більш спеціалізованих варіантів, таких як Freshchat і Tawk, ці 14 безкоштовних програм для живого чату пропонують такі функції, як багатомовна підтримка, чат-боти на основі штучного інтелекту та інтеграція з іншими каналами зв'язку. Ефективно



використовуючи ці інструменти, компанії можуть зміцнити відносини зі своїми міжнародними клієнтами, ефективно вирішувати проблеми та, зрештою, підвищити рівень задоволеності клієнтів на глобалізованому ринку.

### **Що таке програма або програмне забезпечення для чату?**

Програма живого чату розроблена, щоб полегшити вашим командам спілкування з відвідувачами веб-сайту, потенційними користувачами, поточними користувачами та іншими. Ці програми живого чату допомагають відповідати на запити користувачів. У результаті ваші клієнти зроблять усвідомлений вибір щодо підписки на ваші послуги або використання їх.

Залежно від вибору компанії або годин роботи, допомогу в чаті може надати штучний інтелект (ШІ) або особа через Generative AI Services. Компанії можуть запропонувати допомогу в чаті через свій веб-сайт, SMS, Facebook Messenger та інші програми для спілкування.

### **Які переваги встановлення безкоштовного чату для вашого сайту?**

Можливо, ви знаєте, наскільки чудовий ваш продукт або послуга, але вихваляння ними на своєму веб-сайті чи в мобільному додатку не допоможе клієнтам прийняти їх; все, що їм потрібно, це задовільна відповідь на їхні запити, що ви можете зробити за допомогою будь-якої безкоштовної програми для чату.

Крім того, компанії, які передають послуги підтримки в чаті на аутсорсинг відомим постачальникам послуг і використовують популярні програми для чату в режимі реального часу, збільшили свою клієнтську базу, тоді як компанії, яким передбачали крах, досягли успіху.

– Платформи живого чату з можливостями ШІ пропонують безперервне обслуговування клієнтів без участі людини.

– Це допомагає клієнтам швидко вирішити проблеми та негайно відновити виконання завдань.

– Було продемонстровано, що допомога в чаті ефективніша за дзвінки, електронні листи та інші методи.

– Деякі програми живого чату можуть сповіщати ваш персонал про частих відвідувачів, їхню поведінку тощо.

– Розмови можна продовжити з того місця, де вони зупинилися, а інструменти живого чату також можна інтегрувати у ваше рідне рішення для обслуговування клієнтів.

– Економить як ваш бюджет, так і робочий час команди.

– Програма живого чату забезпечує надзвичайну взаємодію з клієнтами, допомагаючи вам надавати якісне обслуговування клієнтів через живий чат.

### **Click2Magic**

Click2Magic вважається одним із найкращих безкоштовних додатків для живого чату в усьому світі. Це безкоштовна глобальна програма для чату, яка допомагає всім компаніям, мікро- та великим компаніям керувати операціями залучення відвідувачів веб-сайту на централізованій платформі. Це також дозволяє членам вашої команди оцінювати потенційних потенційних клієнтів і перетворювати їх на потенційних клієнтів. З єдиної платформи він дає змогу менеджерам стежити за очікуваннями клієнтів, спостерігати за тенденціями закупівель і відстежувати поведінку відвідувачів, завдяки чому він потрапив до списку найкращих програм для живого чату.

Використовуючи цю безкоштовну глобальну програму для живого чату, компанії можуть інтегрувати чат-ботів у свої веб-сайти та мобільні програми, щоб відповідати на запити клієнтів. Адміністратори можуть налаштовувати автоматичні відповіді, перевіряти статус потенційних клієнтів, змінювати або видаляти інформацію про потенційних клієнтів і налаштовувати дозволи на основі ролей. Отже, це найкраща програма для чату в реальному часі для веб-сайтів і мобільних програм. Крім того, це безкоштовне програмне забезпечення для чату дозволяє співробітникам перевіряти історію чатів, налаштовувати індикатор введення, додавати інформацію, відображати інформацію про місцезнаходження, додавати

примітки та автоматично направляти запити до відповідних співробітників з єдиного інтерфейсу. Відповідно до відгуків, Click2Magic є найкращою безкоштовною програмою для спілкування в усьому світі, яка надає користувачам ефективні привілеї.

Особливості:

- Готові відповіді
- Цілодобова підтримка в чаті
- Рейтинг і тегування
- Налаштування віджетів

### **Appy Pie Live Chat**

Appy Pie Live Chat – це програмне забезпечення для живого чату, яке дозволяє компаніям спілкуватися з відвідувачами своїх веб-сайтів у режимі реального часу. Він надає різноманітні функції, як-от чат-боти, стандартні відповіді, розмовні теги тощо, щоб допомогти компаніям покращити взаємодію з клієнтами. Від спостереження за поведінкою клієнтів до підтримки в чаті – це допомагає компаніям стежити за діяльністю відвідувачів веб-сайту. Це також заохочує відвідувачів довше залишатися на веб-сайті, оптимізуючи досвід відвідувачів.

Інтернет-компанії можуть використовувати Appy Pie Live Chat, щоб покращити свої служби підтримки клієнтів і перетворити відвідувачів веб-сайту на платних клієнтів. Це безкоштовне програмне забезпечення для чату має просту інформаційну панель звітів, яка забезпечує швидке уявлення про продуктивність вашої служби підтримки клієнтів. Appy Pie Live Chat легко інтегрується з популярним програмним забезпеченням CRM і служби підтримки. Використовуючи живий чат Appy Pie, компанії можуть зменшити загальну вартість операцій підтримки клієнтів і збільшити повторний бізнес. Це найкраще безкоштовне програмне забезпечення для чату для веб-сайтів, яке підходить для малого бізнесу.

Особливості:

- Вбудований чат на основі AI
- Готові відповіді
- Інтеграція сторонніх програм
- Моніторинг відвідувачів у реальному часі
- Сповіднення електронною поштою
- Автоматичне призначення чатів агентам
- Детальна звітність та аналітика

### **Tidio**

Tidio – це безкоштовне програмне забезпечення для веб-чату, яке може підключити вас до будь-якого веб-сайту чи платформи за допомогою спеціалізованих плагінів, не потребуючи кодування. Віджет чату Tidio адаптується до дисплеїв ваших клієнтів, щоб вони могли спілкуватися з вами на своїх планшетах і мобільних пристроях. Крім того, їх можна змінити з точки зору позиціонування та кольору відповідно до естетики вашого веб-сайту.

За допомогою цієї програми живого чату для веб-сайтів ви можете створювати чат-ботів для автоматизації ваших повідомлень. Інші функції включають єдину спільну папку "Вхідні" та попередньо встановлені відповіді для швидкої відповіді. Tidio може інтегрувати багато програм, включаючи WordPress, Wix та інші.

Мікро- та малі підприємства можуть скористатися перевагами безкоштовного плану Tidio, який дозволяє до 3 операторів чату та чат-ботів мати необмежену кількість чатів із 100 унікальними відвідувачами на місяць, і це дозволить вам надсилати до 500 автоматизованих електронних листів на місяць. Враховуючи все, Tidio може підтримувати CRM та інструменти автоматизації електронної пошти, щоб надавати вашим клієнтам індивідуальну підтримку клієнтів.

Це один із найкращих мобільних додатків для живого чату, безкоштовний план якого дозволяє до 3 операторів чату та додаткових чат-ботів мати необмежену кількість чатів із 100 унікальними відвідувачами щомісяця. Крім того, ця безкоштовна програма для чату

дозволить вам надсилати до 500 автоматизованих електронних листів на місяць, що спонукало кілька мікро- та малих компаній використовувати її як безкоштовну програму для чату в реальному часі в усьому світі. Він може використовувати технології автоматизації електронної пошти та CRM, щоб надати вашим клієнтам персоналізований досвід обслуговування клієнтів.

Особливості:

- Підходить для мікро та малого бізнесу
- Хороша підтримка клієнтів
- Відстеження відвідувачів сайту
- Готові відповіді
- Маршрутизація

### **Smartsupp**

Smartsupp – це безкоштовний чат, який може стати вашим віртуальним помічником. Це одна з найкращих програм для живого чату, яка забезпечує живий чат, чат-ботів і відеозаписи, щоб допомогти вам заощадити час і перетворити відвідувачів на платних клієнтів. Він обіцяє залучити ваших відвідувачів у потрібний час, щоб допомогти вашій команді переконати клієнтів завершити покупку. За допомогою Smartsupp ви можете швидко створювати індивідуальні автоматизовані повідомлення, які відповідають вашим стандартам.

За допомогою Smartsupp, згаданого вище, наприклад програмного забезпечення для чату в реальному часі, ви можете відповідати на електронні листи ваших клієнтів, повідомлення чату та повідомлення Facebook в одному місці. Чат-бот дозволяє надсилати налаштовані повідомлення користувачам, а функція запису відео збирає інформацію про поведінку відвідувачів.

Особливості:

- Користувацькі кольори вікна чату
- Історія запису
- Обмін файлами
- Інтеграція платформи електронної комерції
- Фільтри запису

### **HubSpot**

Одним із найпопулярніших додатків для живого чату є HubSpot, який дає змогу спілкуватися з відвідувачами веб-сайту в режимі реального часу та перетворювати їх на нових потенційних клієнтів, щоб здійснити більше продажів. Оскільки засновник, пан Дхармеш Шах, є Globally, більшість користувачів Globally спочатку прийняли його за безкоштовну програму для чату в Globally. Однак платформу безкоштовного чату було засновано в Массачусетсі, США.

Це програмне рішення для живого чату інтегровано з CRM HubSpot, що дозволяє відстежувати вхідні чати до профілів контактів клієнтів. Оскільки HubSpot надає абсолютно безкоштовну опцію, слугуючи безкоштовним додатком для живого чату, такі підприємства, як мікро- та малі підприємства, або ті, хто не можуть дозволити собі додаток для живого чату, можуть застосувати це рішення.

Оскільки їм не потрібно перемикатися між різними інтерфейсами користувача, користувачі HubSpot CRM знайдуть це безкоштовне програмне забезпечення для живого чату ідеальним. Навіть якщо ви не використовуєте CRM, ви можете зареєструватися безкоштовно та розмістити віджет чату на своєму веб-сайті. Платні плани HubSpot.

Особливості:

- Готові відповіді
- Чат-боти
- Індивідуальне брендуння
- Засоби ПРО та автоматизація
- Автоматизація електронної пошти

**Chatra**

Chatra – це багатоканальний інструмент обміну повідомленнями в прямому ефірі для вашого веб-сайту, розроблений для компаній будь-якого розміру. Він був створений для стимулювання онлайн-продажів. Ви можете автоматично починати розмову з відвідувачами веб-сайту за допомогою цієї програми живого чату. На відміну від інших інструментів, клієнти не залишають розмову, оскільки квитанції про читання та індикатори типу дозволяють їм розпізнати, коли ви складаєте відповідь.

Chatra пропонує випробувальний період тривалістю 14 днів і безкоштовний план без обмежень за часом, однак ним може скористатися лише один користувач або агент. Однією з його відмінних особливостей є віджет офлайн-чату, який інформує клієнтів про те, що ваша команда зайнята, і незабаром зв'яжеться з ними.

Особливості:

- Бот для захоплення форм і потенційних клієнтів
- Віджет офлайн-чату
- Детальна інформація про відвідувача
- Індикатори набору тексту
- Нотатки чату

**Drift**

Drift – це хмарна платформа для живого чату, обміну повідомленнями в програмі та керування електронною поштою, яка спеціально розроблена для відділів продажів і маркетингу. Він пропонує настроювані віджети чату в реальному часі, нагадування електронною поштою про незавершені обговорення, архіви тем, автоматизацію маркетингу електронною поштою та чат-бота на основі штучного інтелекту. Оскільки Drift сприяє живим бесідам, він не містить форм для збору інформації про клієнтів.

Коли відвідувач вводить свою електронну адресу, Drift негайно робить доступними для користувачів його ім'я, місцезнаходження, посилання на соціальні мережі, інформацію про компанію та кар'єру тощо. Це також надає користувачам можливість бачити сторінку, на якій перебувають відвідувачі, коли починається їх обговорення. Drift надсилає відвідувачу весь чат із можливістю відповісти пізніше, якщо вони не бачать повідомлення через 15 хвилин.

Drift дозволяє вам створювати посібники, щоб орієнтуватися на відкриті можливості, коли вони повертаються на ваш веб-сайт, і направляти їх до керівника свого облікового запису. Коли один із їхніх цільових облікових записів відвідує веб-сайт, це програмне забезпечення для живого чату також сповістить про це відповідного торгового представника, щоб вони могли почати розмову.

Коли відвідувачі повертаються на ваш веб-сайт, ви можете розробити посібники в Drift, щоб націлити на відкриті шанси та надіслати їх керівнику їхнього облікового запису. Коли один із їхніх цільових облікових записів відвідує веб-сайт, це програмне рішення для чату в прямому ефірі також сповістить відповідного торгового представника, щоб вони могли почати розмову.

Особливості:

- Спеціальний домен
- Автоматизація маркетингу
- Ведучий залік
- Необмежена кількість контактів
- Управління ролями

**Userlike**

Userlike – це хмарне програмне забезпечення для чату для веб-сайтів і мобільних пристроїв. Їх веб-сайт, Facebook Messenger або Telegram, дозволяє командам спілкуватися з клієнтами в режимі реального часу. Безсумнівно, це найкраще безкоштовне програмне забезпечення для живого чату, яке дозволяє організовувати обговорення, позначаючи їх

темами за допомогою тегів. Крім того, створення попередньо написаних повідомлень для типових запитів є цінним варіантом.

Userlike не має системи продажу квитків, як інші інструменти живого чату, але її можна інтегрувати зі сторонніми програмами продажу квитків за допомогою доповнень або API. Живий чат можна без проблем включити у вашу поточну систему бізнес-інструментів як додатковий канал.

Особливості:

- Біла етикетка
- Повний доступ до API
- Живий переклад
- Спільне використання екрана
- Аналітика

Деякі програми обміну миттєвими повідомленнями, як-от Telegram, і командні програми для чату, як-от Troop Messenger, можуть надавати програми для живого чату через свої API чату. Ви не можете використовувати безкоштовну програму для чату Troop Messenger, оскільки це повнофункціональне програмне забезпечення для командної співпраці, яке пропонує користувачам лише 7-денну безкоштовну пробну версію. Однак у нього є API чату, які дозволяють власникам бізнесу інтегрувати його на свої веб-сайти та використовувати як інструмент живого чату. Troop Messenger вважається наймовірно безпечним додатком для чату завдяки своїм високим стандартам безпеки, завдяки чому він здатний захищати дані від незрівнянного вандалізму та спроб злому.

### **Crisp**

Рішення живого чату від Crisp дає змогу повністю налаштувати та персоналізувати чат для ваших клієнтів. Незалежно від того, чи є у вас веб-сайт, програма для мобільних пристроїв чи магазин електронної комерції, ви можете налаштувати віджет чату відповідно до своїх унікальних потреб і створювати власні автоматизовані сценарії чату. Ви навіть можете ділитися файлами та зображеннями безпосередньо з пристрою. Понад 400 000 брендів уже використовують Crisp для покращення цифрового досвіду клієнтів.

За допомогою Crisp ви також можете інтегрувати своє рішення для живого чату зі сторонніми додатками для обміну повідомленнями, такими як WhatsApp, Facebook Messenger, Twitter, Instagram і Twilio, щоб ви могли спілкуватися з клієнтами через безліч каналів, одночасно керуючи відповідями з єдиної спільної інформаційної панелі. Ви також можете отримати доступ до додаткових функцій, таких як відео- та аудіочат, переклади в реальному часі та навіть ігри, щоб зацікавити ваших клієнтів, коли ви офлайн.

Особливості:

- Повністю налаштований віджет чату
- Інтегрована база знань
- Багатоканальна взаємодія через Facebook, WhatsApp тощо.
- Якість LiveTranslate для перекладу повідомлень у реальному часі
- Відео та аудіо чат
- Розширені сценарії чат-бота.

### **Intercom**

Intercom – це найкраща безкоштовна програма для чату в усьому світі, яка дозволяє вам індивідуально спілкуватися з більшою кількістю споживачів незалежно від обсягу розмов і того, чи доступна ваша команда негайно чи пізніше. Цей бізнес-месенджер пропонує більше способів спілкування з клієнтами, ніж будь-коли раніше, включаючи ботів, програми, чати в програмі тощо.

Ви ніколи не втратите розмову, оскільки ваша історія чату постійно підтримується. Клієнти могли повернутися до чату, коли забажали, на будь-якому пристрої. Він створений, щоб створити справжні зустрічі з клієнтами, дотримуючись свого бренду.

Месенджер, який можна налаштовувати найбільше – це Intercom. Ваш вибір вмісту, формату та стилю. Це одна з відомих безкоштовних програм для чату в реальному часі в



уському світі, яка дозволяє відвідувачам сайту та клієнтам швидше відповідати, покращує адаптацію нових користувачів і сприяє міцнішому зв'язку з вашим вмістом на всьому шляху клієнта.

Особливості:

- Спільна папка "Вхідні".
- Дозволи на основі ролей
- Інтеграція Salesforce
- Дані про компанію та поведінку
- Робочі процеси на рівні команди

### **Viber**

Viber – одна з безкоштовних програм для чату в реальному часі, яка надає широкий спектр функцій для дзвінків і повідомлень, а також надає вам масу способів виразити свої думки. Вона називається Viber.

Метою цієї однієї з небагатьох безкоштовних програм для онлайн-чату в уському світі є захист вашої конфіденційності, щоб вам ніколи не доводилося здогадуватися про те, що ви можете або не можете обговорювати під час використання Viber.

Він дозволяє встановити таймер самознищення, щоб автоматично стерти його з чату Viber з обох сторін розмови після його прочитання.

Бізнес-месенджер для Viber може взаємодіяти та проводити транзакції для підвищення обізнаності, лояльності та конверсії. Є дві основні стратегії. По-перше, це використання чат-ботів або подібних інструментів, які дозволяють клієнтам зв'язуватися з брендами за допомогою обробки природної мови та штучного інтелекту. По-друге, коли доступний живий агент підтримки клієнтів, що дозволяє клієнтам ставити запитання та отримувати допомогу від обізнаного агента.

Особливості:

- Таймер самознищення для повідомлень
- Стратегічна служба
- Індивідуальний маркетинг
- Рекламні рішення

### **Tawk.to**

Tawk.to – це безкоштовна глобальна програма для чату, яка дозволяє вам стежити за відвідувачами веб-сайту та спілкуватися з ними, реагувати на запити служби підтримки, керувати контактами та налаштувати довідковий центр, щоб користувачі могли допомогти собі.

Щоб створювати статті та ярлики, які допоможуть агентам швидше відповідати, а клієнтам – шукати допомогу, не зв'язуючись з вами, ви можете визначати поширені запитання та записувати пошукові запити в довідковому центрі.

Завдяки моніторингу активності клієнта в режимі реального часу ви можете переглядати сторінки, на яких зараз перебувають ваші відвідувачі, запитання, які вони ставлять у вашій базі знань, і частоту їхніх відвідувань. Переглядайте всі їхні тренування одночасно. Зберігайте детальну історію розмов і дивіться, хто з команди останнім відповів клієнту.

Переконайтеся, що відповідний член команди відповість у відповідний момент, позначаючи та призначаючи чати членам вашої команди. Ваша здатність відповідати належним чином і зрештою створювати незабутні та задовільні враження від клієнтів залежить від вашої здатності бачити весь шлях разом із даними споживачів.

Особливості:

- 100+ інтеграцій
- Вбудована система продажу квитків
- Моніторинг у реальному часі
- Налаштовані віджети
- Автоматичні тригери

## **Olark**

Olark пропонує прості, практичні функції живого чату, які вимагають кількох коротких графічних налаштувань, щоб переконатися, що ваше вікно чату виглядатиме цілком домашнім на вашому веб-сайті. Чат збільшує кількість розмов, покупок і задоволених споживачів.

Правила автоматизації чату в цьому безкоштовному додатку для чату прості в установці, і їх можна використовувати для підвищення залученості клієнтів і оптимізації процесів. Автоматичні привітання клієнтів, персоналізовані повідомлення на основі активності відвідувачів, чати, спрямовані до відповідного відділу, можливість відображати та приховувати вікно чату тощо.

Ви можете спостерігати за гучністю чату, задоволеністю клієнтів і діяльністю агентів так часто, як це необхідно, щоб приймати розумні кадрові та пріоритетні рішення. Крім того, ви можете отримати зведені звіти, надіслані безпосередньо на вашу поштову скриньку за допомогою розширених звітів чату Olark, які оновлюються в режимі реального часу.

Особливості:

- Аналітика чату
- Інтеграції
- Стенограми з можливістю пошуку
- Доступний чат
- автоматизація

## **Desku**

Desku – це інструмент для управління обслуговуванням клієнтів. Це допомагає компаніям, які продають онлайн, вирішувати запитання та проблеми клієнтів. Він об'єднує повідомлення з різних місць, тому ви можете бачити їх усі в одному місці. За допомогою Desku.io ви можете спілкуватися з клієнтами та надавати відповіді на типові запитання через базу знань. Він також пропонує безкоштовну пробну версію та підтримку 24/7. Інструмент має на меті покращити спілкування з клієнтами, полегшити керування базою знань і оцінити рівень обслуговування клієнтів. Однак функції звітування обмежені, а вартість починається від 19 доларів США на місяць.

Особливості:

- Підтримка штучного інтелекту 24/7
- 7 днів безкоштовної пробної версії
- Конструктор чат-ботів без коду
- Програмне забезпечення для живого чату

## **Висновок**

Підтримка постійного зв'язку з вашими командами та клієнтами є важливою для кожної організації чи галузі. Хоча у вас уже може бути ефективна програма для командного чату для оптимізації внутрішньої співпраці, інтеграція програми для живого чату для залучення користувачів є не менш важливою. Без цього ваш веб-сайт ризикує стати тихою платформою, яка не зможе ефективно зв'язуватися з відвідувачами.

Вивчаючи доступні у всьому світі безкоштовні програми для чату, згадані раніше, ви можете порівняти свої бізнес-вимоги з їхніми функціями, щоб прийняти обґрунтоване рішення. Вибір правильної програми для чату має вирішальне значення для досягнення безперебійного спілкування – як у вашій команді, так і з клієнтами.

Незалежно від того, чи шукаєте ви найкращу програму для відеочату для командної співпраці чи найкращу програму для чату в режимі реального часу для взаємодії з клієнтами, віддавайте пріоритет основним функціям, які відповідають вашим конкретним потребам. Крім того, розгляньте програми бізнес-чату, які легко інтегруються з вашими існуючими системами для підвищення ефективності робочого процесу та продуктивності.

Добре підібрана програма для живого чату може революціонізувати ваш підхід до підтримки клієнтів і залучення користувачів, пропонуючи плавний та інтерактивний досвід, який створює міцніші зв'язки та створює задоволення.

Система IRC-клієнту – це швидкий, легкий і розширюваний клієнт чату з текстовим інтерфейсом користувача.

Система IRC-клієнту це:

- модульно: легке ядро з додатковими плагінами;
- багатопроTOCOLьна архітектура (переважно IRC);
- мультиплатформи: Linux, Unix, BSD, GNU Hurd, Haiku, macOS і Windows (WSL і Cygwin).;
- розширюється за допомогою C, Python, Perl, Ruby, Lua, Tcl, Scheme, Javascript і PHP;
- повністю задокументований і перекладений кількома мовами;
- безкоштовна програма, випущена згідно з умовами GNU General Public License версії 3;
- активний проект із великою спільнотою скриптів.

### **Легкий і розтяжний**

Система IRC-клієнту розроблений як легкий і розширюваний: легке ядро з додатковими плагінами.

Плагіни та сценарії можна динамічно завантажувати та вивантажувати в будь-який час.

Майже все є плагінами, наприклад:

- Протокол IRC (Internet Relay Chat).
- АРІ для скриптових мов (Python, Perl, Ruby, Lua, Tcl, Scheme, Javascript, PHP)
- IRC-прокси та віддалений інтерфейс (реле)
- Менеджер скриптів
- Псевдонім, aspell, charset, logger тощо.

Система IRC-клієнту пропонує багато інноваційних функцій , що відрізняє його від інших консольних/термінальних клієнтів чату.

Подивіться самі (перелік не вичерпний):

- 256 кольорів.
- Підтримка миші.
- Настроювані смуги.
- 8 скриптових мов.
- Поділ по горизонталі/вертикалі.
- Динамічна фільтрація рядків.
- Поступовий пошук тексту.
- Труба FIFO.
- Перевірка орфографії.
- Менеджер скриптів.
- Віддалені інтерфейси.
- Оновлення без виходу.

Повнофункціональний плагін IRC

Плагін IRC реалізує протокол, як описано в RFC 1459 і 2812.

Він поставляється з багатьма вбудованими функціями , такими як:

- Мультисервери.
- IPv6, SSL, прокси.
- Аутентифікація SASL.
- Ніклист.
- Колір для ніків.
- Колір для виїзних ніків.
- Розумний фільтр.
- Протипаводковий.
- Перенаправлення команд.
- Спеціальні відповіді CTCP.

– Індикатор відставання.

– DCC (файл/чат).

### **Віддалені інтерфейси**

Зовнішні інтерфейси (графічні або текстові) можуть підключатися до запущеного Система IRC-клієнту.

Вони спілкуються з Система IRC-клієнту за допомогою протоколу ретрансляції.

### **Документація та підтримка**

Система IRC-клієнту перекладено кількома мовами та має вичерпну документацію , також перекладену.

– Ви новачок у Система IRC-клієнту? Прочитайте короткий посібник і посібник користувача.

– Є тривіальне запитання? FAQ чекає на вас!

– Ви хочете написати сценарій для Система IRC-клієнту? Подивіться посібник зі створення сценаріїв і посилання на API плагіна.

– Ваша рідна мова C? Тоді перегляньте посібник розробника та додайте свій внесок!

Особливості:

– Універсальний додаток.

– Підтримка кількох серверів.

– Підтримка IRCCloud.

– Підключення у фоновому режимі (бета-версія).

– Збереження серверів і каналів.

– Автоматичне підключення під час запуску клієнта.

– Автоматичне приєднання до каналів.

– Закріпити сервери на початковому екрані.

– DCC Chat і DCC Send.

– Потужна підтримка сценаріїв (автоматичні дії).

– Виконує команди на основі Правил.

– Автоматичний запуск команд після підключення.

– Псевдоніми.

– Перемикайте перегляди сервера, проводячи пальцем.

– Кольорові клички.

– Змінити кодування тексту.

– Підтримка кодів форматування тексту mIRC.

– Вбудовані зображення.

– Відтворення рідного буфера.

– Мітки часу.

– Автоматичне повторне підключення після відключення.

– Параметри шрифту повідомлення каналу.

– Автоматичні пропозиції для IRC-команд, псевдонімів і каналів.

– Автозаповнення (TAB).

– Підключіться за допомогою SSL.

– Ігноруйте помилки сертифіката SSL.

– Автентифікація за допомогою PLAIN SASL.

– Автоматична ідентифікація за допомогою Nickserv.

– Паролі серверів.

– Тип історії.

– Список URL.

– Список каналів сервера.

– Список ігнорування.

– Режим управління.

– HTTP, SOCKS4 і SOCK5 проксі.

– Шифрування FiSH.

### **Розробка структурної схеми**

Протокол IRC був розроблений для систем, що використовують TCP/IP мережевий протокол, хоча немає вимог, щоб він залишався єдиною сферою, в якій віна діє.

Сама IRC є системою телеконференцій, яка (за допомогою клієнт-серверної моделі) добре підходить для роботи на багатьох машинах розподіленим способом. Типове налаштування передбачає один процес (сервер), утворюючи центральну точку для клієнтів (або інших серверів) для підключення, виконуючи необхідну доставку/мультиплексування повідомлень та інші функції.

### **Сервери**

Сервер утворює магістраль IRC, забезпечуючи точку, до якої клієнти можуть підключитися, щоб поговорити один з одним, і точка для інших сервери для підключення, утворюючи мережу IRC. Єдина мережа дозволеною конфігурацією для IRC-серверів є *spanning tree*, де кожен сервер діє як центральний вузол для решти *net* це бачить.

### **Клієнти**

Клієнт – це все, що підключається до сервера, але не є іншим сервер. Кожен клієнт відрізняється від інших клієнтів унікальністю псевдонім із максимальною довжиною дев'яти (9) символів. Див правила граматики протоколу щодо того, що можна, а що не можна використовувати в а псевдонім. На додаток до псевдоніму всі сервери повинні мати наступна інформація про всіх клієнтів: справжнє ім'я хоста на якому працює клієнт, ім'я користувача клієнта на цьому хост і сервер, до якого підключений клієнт.

### **Оператори**

Щоб дозволити зберігати в IRC розумну кількість замовлень мережі дозволено виконувати спеціальний клас клієнтів (операторів). загальні функції обслуговування в мережі. Хоча повноваження надані оператору, можна вважати «небезпечними». все ж потрібно. Оператори повинні вміти виконувати основні мережеві завдання, такі як відключення та повторне підключення серверів необхідні для запобігання тривалому використанню поганої мережевої маршрутизації. в визнання цієї потреби передбачено протоколом, який тут обговорюється оператори лише для того, щоб мати можливість виконувати такі функції.

Більш суперечливою повноваженням операторів є можливість видаляти а користувача з підключеної мережі «примусово», тобто оператори можуть щоб закрити з'єднання між будь-яким клієнтом і сервером. The виправдання цього є делікатним, оскільки зловживання є і тим, і іншим руйнівний і дратівливий.

### **Канали**

Канал – це названа група з одного або кількох клієнтів, які будуть усі отримувати повідомлення, адресовані цьому каналу. Канал створений неявно, коли до нього приєднується перший клієнт, і канал припиняє існує, коли останній клієнт залишає його. Поки канал існує, будь-який клієнт може посилатися на канал, використовуючи назву каналу.

Назви каналів – це рядки (починаються з символу «&» або «#») з довжиною до 200 символів. Окрім вимоги, що перший символ – "&" або "#"; єдине обмеження на а назва каналу полягає в тому, що воно не може містити жодних пробілів (' '), елемент керування G (^G або ASCII 7), або кома (',', яка використовується як елемент списку роздільник за протоколом).

Існує два типи каналів, дозволених цим протоколом. Один – це а розподілений канал, який відомий усім наявним серверам підключений до мережі. Ці канали позначені першим персонаж, який є єдиним клієнтом на сервері, де він існує, може приєднатися це. Вони відрізняються символом «&» на початку. На вершині для цих двох типів доступні різні режими каналів змінювати характеристики окремих каналів.

Щоб створити новий канал або стати частиною існуючого каналу, користувач необхідний для ПРИЄДНАННЯ до каналу. Якщо канал не існує раніше щоб приєднатися, канал створюється, а користувач, який створює, стає а оператор каналу. Якщо канал уже



існує, незалежно від того, чи є ваш запит на ПРИЄДНАННЯ, що канал виконується, залежить від поточних режимів каналу. Наприклад, якщо канал призначений лише для запрошення, (+i), тоді ви можете приєднатися лише за запрошенням. Як частина протоколу користувач може бути частиною кількох каналів одночасно, але обмеження до десяти (10) каналів рекомендується як достатній як для досвідчених, так і для початківці користувачі.

Якщо мережа IRC роз'єднується через розкол між двома серверів, канал на кожній стороні складається лише з цих клієнтів які підключені до серверів на відповідних сторонах розриву, можливо, припинення існування на одній стороні розколу. Коли розкол зцілюється, підключені сервери оголошують один одному, хто вони think є в кожному каналі та в режимі цього каналу. Якщо канал існує з обох сторін, JOIN і MODE інтерпретуються в інклюзивним способом, щоб обидві сторони нового з'єднання були домовитися про те, які клієнти знаходяться в каналі та які режими канал має.

### **Оператори каналів**

Оператор каналу (також відомий як "chop" або "chanop") на а даний канал вважається "власником" цього каналу. На знак визнання У цьому статусі оператори каналів наділяються певними повноваженнями, які дозволити їм зберегти контроль і певну міру розсудливості у своєму каналі. Як власник каналу, оператор каналу не зобов'язаний мати причини своїх дій, хоча якщо їхні дії заг антисоціальний або інший образливий, було б розумно запитати IRC оператору втрутитися, або для користувачів просто залишити та піти в інше місце і створюють власний канал.

Оператор каналу позначається символом «@» поруч із ним псевдонім, коли він пов'язаний з каналом (тобто відповідає на NAMES, WHO та WHOIS команди).

### **Специфікація IRC**

#### **Огляд**

Описаний тут протокол призначений для використання як із сервером, так і з сервером з'єднання між сервером і клієнтом. Є, однак, більше обмеження на підключення клієнтів (які вважаються ненадійний), ніж на підключеннях до сервера.

#### **Коди символів**

Конкретний набір символів не вказано. Протокол базується на aa набір кодів, які складаються з восьми (8) бітів, що складають октет. Кожне повідомлення може складатися з будь-якої кількості цих октетів; однак деякі значення октетів використовуються для керуючих кодів, які діють як роздільники повідомлень.

Незалежно від того, що це 8-бітний протокол, роздільники та ключові слова такі, що протокол здебільшого можна використовувати з терміналу USASCII та а підключення через telnet.

Через скандинавське походження IRC символи {} є вважаються еквівалентами нижнього регістру символів [], відповідно. Це критичне питання під час визначення еквівалентність двох прізвиськ.

#### **Повідомлення**

Сервери та клієнти надсилають один одному повідомлення, які можуть або не можуть створити відповідь. Якщо повідомлення містить дійсну команду, як описано в наступних розділах, клієнт повинен очікувати відповіді як вказано, але не рекомендується вічно чекати відповіді; клієнт до сервера та зв'язок між серверами – це по суті асинхронний характер.

Кожне повідомлення IRC може складатися з трьох основних частин: префікса (необов'язково), команду та параметри команди (з них там може бути до 15). Префікс, команда та всі параметри є відокремлених одним (або кількома) пробілами ASCII (0x20).

Наявність префікса позначається одним початковим символом ASCII символ двокрапки ('!', 0x3b), який має бути першим символом у саме повідомлення. Між двокрапкою не повинно бути проміжків (пробілів). і префікс. Префікс використовується серверами для позначення істини походження повідомлення. Якщо в повідомленні відсутній префікс, він передбачається, що походить від зв'язку, з якого він був отримано. Клієнти не повинні використовувати префікс, надсилаючи повідомлення з самі; якщо вони використовують

префікс, єдиним дійсним префіксом є зареєстрований псевдонім, пов'язаний з клієнтом. Якщо джерело ідентифікований префіксом неможливо знайти на внутрішньому сервері бази даних, або якщо джерело зареєстровано за іншим посиланням, ніж з якого надійшло повідомлення, сервер повинен ігнорувати повідомлення мовчки.

Команда має бути дійсною командою IRC або тризначною (3). число, представлене в тексті ASCII.

Повідомлення IRC завжди складаються з рядків символів, що закінчуються символом CR-LF (Повернення каретки – Переведення рядка) пари, і ці повідомлення не мають перевищує 512 символів, враховуючи всі символи включно задній CR-LF. Таким чином, максимально дозволено 510 символів для команди та її параметрів. Не передбачено рядки повідомлень продовження.

### Структура IRC-мережі

Структурна схема IRC мережі наведена на рисунку 1.

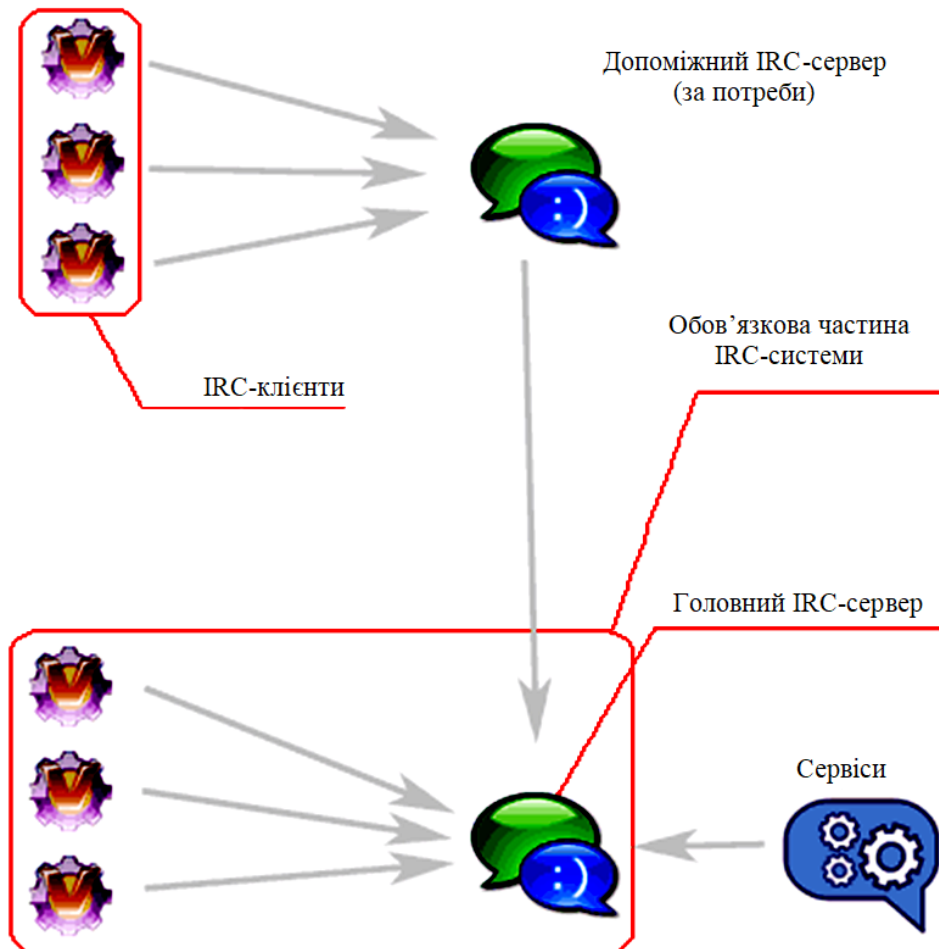


Рисунок 1 – Структурна схема системи

### IRC-сервіси

IRC-сервіси – допоміжні боти в IRC, використовувані для керування й адміністрування мереж IRC, які звичайно містять у собі:

- NickServ – сервіс, що управляє користувачами.
- ChanServ – сервіс, що управляє каналами.
- MemoServ – сервіс, що дозволяє відправляти замітки, коли користувач не в мережі.
- OperServ (RootServ) – сервіс, що дозволяє операторам мережі управляти нею.
- HelpServ – надає довідку по сервісах IRC.

Також деякі версії сервісів містять:

- BotServ – надає можливість власникам каналів запрошувати на канал ботів.

- HostServ (іноді включений в NickServ) – сервіс, що дозволяє змінювати реальний IP-Адресу користувача на певну маску.
- StatServ – сервіс статистики.
- DevNull – ігнорує всі дані, що посилаються.
- SeenServ – виводить, коли востаннє користувач з'являвся на сервері.

Користувачі. Користувачі можуть використовувати будь-який IRC клієнт, який їм заманеться. Із цією роллю прекрасно впорається розроблена в ході виконання магістерського проектування програма, надавши користувачеві гарний сучасний інтерфейс, смайли, аватари, потужний скриптинговий движок.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів IRC-клієнту. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем IRC-клієнту; Досліджена система IRC-клієнту; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи IRC-клієнту. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання IRC-клієнту. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
3. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheraz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223*, 2022.
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». *11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021*. P. 414-418.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». *4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021*. P. 255-260.
7. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
9. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
11. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020*. P. 161-165.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020*. P. 172-177.
13. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48.

- Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
14. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
  15. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
  16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
  17. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». Workshop Proceedings, 2020, 2654, стр. 315-327.
  18. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  21. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  22. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
  23. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.

УДК 004

**В.Теплухін, магістр гр. КІ-22М-2,***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОННИМ ДОКУМЕНТООБІГОМ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи управління електронним документообігом. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи управління електронним документообігом. Об'єктом дослідження є процес управління електронним документообігом. Предметом дослідження є методи управління електронним документообігом. Методи дослідження базуються на методах цифровізації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи управління електронним документообігом. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Незалежно від того, чи йдеться про обробку замовлень на купівлю, рахунків-фактур або даних про співробітників, надзвичайно важливо мати надійну систему для ефективного керування документами. Пам'ятаючи про це, багато організацій вирішують запровадити систему електронного документообігу (EDMS), щоб гарантувати, що всі дані будуть доступні, надійно зберігаються та легко доступні за потреби.

EDMS також надає підприємствам додаткові переваги, включаючи відповідність вимогам і автоматизацію щоденних процесів. Це дозволяє співробітникам зосередитися на більш стратегічних завданнях, включаючи інновації, співпрацю та спілкування.

EDMS – це скорочення від електронної системи управління документами. Простіше кажучи, це програмне забезпечення, яке використовується для управління внутрішніми документами як частина ширшої стратегії управління бізнесом і людським капіталом. У порівнянні з іншими HR-рішеннями, спрямованими на оптимізацію конкретних внутрішніх процесів (HR SaaS-додатки), EDMS слугує для централізації документів організації на всіх рівнях компанії. Сюди входять файли співробітників, внутрішні правила, рахунки-фактури, посібники, контракти, замовлення на купівлю та дані з платформ залучення талантів, серед інших типів внутрішніх документів.

EDMS зазвичай розміщується на внутрішньому сервері компанії або в хмарі. Користувачі можуть зберігати документи на сервері та легко шукати їх пізніше на різних пристроях. Зберігаючи дані в єдиному цифровому сховищі, ви отримуєте легкий доступ до них, спрощену співпрацю, підвищену відповідність і спрощений контроль версій документів. І все це, зрештою, призводить до підвищення ефективності та рентабельності інвестицій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління електронним документообігом.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління електронним документообігом.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем управління електронним документообігом.
- Дослідження системи управління електронним документообігом.
- Програмна реалізація системи управління електронним документообігом.



*Об'єктом дослідження* є процес управління електронним документообігом.

*Предметом дослідження* є методи управління електронним документообігом.

*Методи дослідження* базуються на методах цифровізації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Зберігання безпаперових офісних документів лише на комп'ютері чи локальному сервері створює ризики виходу з ладу жорсткого диска, пожежі, повені чи крадіжки зі зломом. А що, якщо ви хочете отримати доступ до одного з цих важливих файлів поза офісом?

Система повинна забезпечувати наступні функції:

1. Контроль доступу та інтеграція Office 365 / DocuSign. Діліться документами, папками, розділами або навіть цілим обліковим записом з різними дозволами (засіб попереднього перегляду, перегляд, редактор, лише завантаження) будь-кому, кому завгодно. Використовуйте Okta або Microsoft Entra ID (Active Directory) для централізованого керування користувачами. Створюйте групи співавторів, щоб ділитися багатьма людьми одночасно! Працюйте разом у програмах Office 365 і надсилайте документи в робочі процеси електронного підпису.

2. Потужний пошук із багатомовним OCR. Потужна функція прямого пошуку вбудована в наше програмне забезпечення для керування хмарними документами, тож ви можете шукати документи не лише за назвою файлу та метаданими, наприклад ключовими словами, але й за вмістом файлів завдяки технології оптичного розпізнавання символів (OCR). PDF-файли, файли Docx або навіть знімки екрана та скановані документи тепер доступні для повного пошуку.

3. Робочий процес і автоматизоване збереження. Рахунок-фактуру, заяву на відпустку чи інший документ потрібно затверджувати однією чи кількома особами перед наступним кроком? Не проблема! Запросіть людей схвалити та додати свої коментарі. У встановленому порядку або все відразу. Ще ніколи не було так просто отримати та відстежувати схвалення! Дізнайтеся більше про процес затвердження! А може просто потрібно надіслати документ для підтвердження? Для цього також є робочий процес! Ви також можете встановити додатковий період зберігання для будь-якої з папок і файлів – у днях, тижнях, місяцях або роках!

4. Нумерація документів, сповіщення та журнали аудиту. Використовуйте автоматичну нумерацію документів на основі визначених схем. Налаштуйте та отримуйте автоматичні сповіщення про зміни в документах або папках так часто, як забажаєте. Тоді як контрольний журнал реєструє кожен дію кожного користувача для підзвітності.

5. Налаштовувані метадані та зв'язування файлів. Додайте теги, примітки, дату та термін виконання, щоб допомогти впорядкувати документи. Ви можете легко додавати власні поля метаданих різних типів, наприклад списки, прапорці та багато іншого! Ви також можете зв'язувати файли, щоб створювати зв'язки між документами в різних структурах папок. Шаблони метаданих також можна визначити на рівні папки.

6. Версії файлів. Ви можете завантажити нову версію документа та зберегти існуючі метадані та всі попередні версії файлу, які завжди можна легко відновити лише одним клацанням миші! Функція реєстрації/виписки документів дозволяє вам заблокувати документ для інших, поки ви редагуєте його на своєму комп'ютері. І кожен варіант документа може бути затверджений самостійно.

7. Нагадування. Щоразу, коли вам потрібно сповіщення в певну дату та час, просто встановіть нагадування! Ви можете додати скільки завгодно нагадувань і вибрати іншу адресу електронної пошти для сповіщень про кожне з них.

8. Імпорт документів електронною поштою. Кожна папка має окрему адресу електронної пошти. Просто надішліть/перешліть електронний лист на цю адресу, і вкладений файл опиниться у вибраній папці з незмінною інформацією про відправника, тему та вміст. Це не може бути простіше, і воно ідеально підходить для зберігання документів у дорозі або для надсилання їх у ваш DMS зі сканера.

9. Підтримуються дочірні компанії. Хоча ви можете створити необмежену ієрархію під своєю основною роллю облікового запису, ви можете додати окремі місця для своїх компаній-філій! Таким чином, ви можете мати по одному для кожної вашої компанії або її підрозділів. Команди та дані зберігаються окремо, якщо ви не хочете надати комусь доступ до кількох ваших компаній.

10. Мобільний DMS. Завдяки онлайн-системі управління документами Folderit ви можете легко отримати доступ до своїх документів з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету, будь то ПК, Mac, планшет або смартфон. Це означає, що незалежно від того, де ви знаходитесь у світі, ви можете безпечно отримувати доступ до своїх документів і керувати ними без жодних проблем.

11. Також локальне резервне копіювання. Ваші документи зберігаються в захищеній хмарі та є цілковито безпечними, але якщо ви хочете, ви можете легко завантажувати весь обліковий запис або окремі файли/папки на жорсткий диск скільки завгодно для локальної резервної копії. Або скористайтеся нашою програмою синхронізації для Windows

12. Безпечно та надійно. У хмарній системі управління документами Folderit ваші дані не тільки надійно зберігаються, але й створюються потрібні резервні копії та шифруються на рівні банку. Наша платформа використовує захищену технологію рівня SSL, щоб гарантувати, що всі передачі даних здійснюються безпечно та безпечно. Ви можете налаштувати політику паролів, застосувати 2FA для всіх користувачів і використовувати Azure Active Directory (AD).

#### **Розробка структурної схеми**

Отже, хто робить вибір щодо впровадження системи EDMS? Коли найкращий час інвестувати в програмне забезпечення HRMS, наприклад EDMS?

Це варіюється.

**Розгортання EDMS часто ініціюється ІТ-відділами з метою стандартизації практик управління даними між відділами.** Наприклад, один відділ може зберігати інформацію на локальних пристроях, а інший може використовувати незахищений спільний диск. Результатом цього є те, що відділи не можуть отримати доступ до даних, якими керують інші сфери діяльності, коли це необхідно. Замість простого доступу до спільного сховища, коли їм щось потрібно, вони мають спеціально запитувати інформацію, що часто призводить до затримок.

Іншою причиною впровадження системи EDMS може бути **те, що ви вирішили перейти від фізичного до цифрового зберігання.** Це може бути через зростаючі витрати на архівування або просто тому, що у вас не вистачає офісного приміщення. Крім того, оцифровуючи всі свої файли, ви також відкриваєте можливість автоматизувати свої процеси та отримати цінну інформацію про ваші бізнес-операції.

Ось кілька інших поширених проблемних моментів, які можуть спонукати компанії до впровадження програмного забезпечення EDMS для оцифрування та організації внутрішніх документів:

- Пошук і пошук документів, що займає багато часу.
- Створення інформаційних силосів між відділами, що ускладнює прийняття рішень на основі даних.
- Постійні затримки, пов'язані з даними, і неефективність основних бізнес-процесів.
- Порушення даних або помилки в результаті ручної обробки документів.
- Проблеми безпеки та вразливі місця.

#### **Як користуватися системою електронного документообігу**

Важливо, щоб ваша система електронного документообігу була максимально організованою та актуальною. EDMS має на меті забезпечити, щоб ваші співробітники могли легко знаходити все, що їм потрібно, одним натисканням кнопки. Навіть якщо дані, які вони шукають, були збережені багато років тому.

Подумайте про це так: якщо хтось із ваших співробітників відсутній, вам потрібно мати можливість легко знайти будь-які документи, створені або керовані ними, не надсилаючи їм повідомлення та не чекаючи відповіді. Іншими словами, наша EDMS має бути інтуїтивно зрозумілою, інстинктивною та зручною для користувача.

Існує низка найкращих практик, які ви можете встановити, щоб отримати максимальну віддачу від інструменту. Ці поради допоможуть вам створити логічну та інтуїтивно зрозумілу систему, де всі дані можуть бути легко знайдені та доступні будь-якому співробітнику. Переконайтеся, що ви пропонуєте всім своїм співробітникам навчання EDMS, щоб вони ознайомилися з цими правилами:

- **Створіть одну кореневу папку** (наприклад, «Спільні документи») і зберігайте всі документи у вкладених папках у кореневій папці. Це полегшує пошук речей і запуск резервних копій і архівів.

- **Створюйте папки в логічну ієрархію** та вкладайте папки в папки.

- **Встановіть правила іменування файлів і дотримуйтеся їх.** Використовуйте логічні, конкретні імена та включайте дати в імена файлів. Ви повинні мати можливість миттєво дізнатися, що таке файл, не відкриваючи його.

- **Створіть стратегію управління документами.** Цей план має містити детальні вказівки щодо всіх аспектів роботи з документами, включаючи зберігання, пошук, резервне копіювання та безпеку.

- **Переконайтеся, що всі пройшли навчання,** щоб вони знали ці вказівки.

### **Переваги системи EDMS**

Найбільш очевидною перевагою використання EDMS, яку ви спочатку побачите, є те, що ви різко зменшите обсяг паперу, який потрібно придбати для керування внутрішніми процесами. Оцифровуючи свої записи, ви також усуваєте потребу у фізичному архівуванні, допомагаючи відновити простір і зменшивши витрати для вашого бізнесу.

Однак це не зупиняється на цьому.

Давайте закінчимо сьогоднішню публікацію вивченням деяких найбільших переваг впровадження електронної системи управління документами, такої як та, що включена до комплексного рішення Factorial HR. Ви можете дізнатися більше про те, як набір функцій програмного рішення Factorial може допомогти вашому бізнесу тут.

### **Багатоплатформні можливості**

Зі збільшенням кількості моделей дистанційної та гібридної роботи та діапазону пристроїв, якими користуються співробітники в наші дні, може бути важко відслідковувати всі ваші дані. Віддалений працівник може зберігати документи, наприклад, на своєму особистому ноутбучі. Або продавець може зберегти цей важливий рахунок-фактуру на свій телефон. Єдиний спосіб отримати ці дані, коли вони вам знадобляться, це зв'язатися з ними та сподіватися, що вони швидко відреагують.

Навпаки, за допомогою EDMS дані можна зберігати в централізованому сховищі з будь-якого пристрою та з будь-якого місця. Це допомагає забезпечити цілісність даних, керування вмістом і контроль документів на багатьох пристроях і місцях.

Документом, який ви шукаєте, керував хтось, хто працював на іншому кінці світу? Без проблем. Просто перейдіть до цифрового сховища, і ви зможете завантажити те, що вам потрібно, одним натисканням кнопки.

### **Безпека та відповідність**

Одна з найбільших переваг впровадження цифрової трансформації та впровадження електронної системи керування документами полягає в тому, що ви отримуєте підвищену безпеку та відповідність вимогам. Найкращі рішення включають інструменти для встановлення дозволів і контролю доступу до документів, щоб сприяти безперервній відповідності, зменшуючи ризик витоку даних, втрати документів і порушень відповідності. Це особливо важливо, якщо ваш бізнес працює в контрольованому середовищі або в строго регульованій галузі. Наприклад, фінанси чи охорона здоров'я.

### Розширення співпраці

Система керування електронними документами може спростити спільну співпрацю ваших співробітників. Наприклад, багато рішень включають такі функції для опцій розмітки, як анотації та штампи, керування версіями та одночасне редагування документа. Це означає, що співробітники можуть разом працювати над змінами документів, незалежно від фізичного розташування. Це допоможе вам приймати більш обґрунтовані бізнес-рішення, а вашим співробітникам набагато легше працювати разом як команда.

### Цілісність даних

Нарешті, EDMS може допомогти вам забезпечити цілісність ваших даних, створюючи єдине джерело правди. Завдяки функціям спільної роботи, таким як керування версіями та доступом, ви можете бути впевнені, що інформація, яку ви зберігаєте, є актуальною, правдивою та актуальною. Це підвищує точність ваших бізнес-даних, щоб ви могли приймати більш обґрунтовані рішення. Це також суттєво зменшує ймовірність людської помилки внаслідок застарілої інформації, неповних даних або неправильних активних версій. І це, зрештою, допомагає вашому бізнесу працювати більш гладко, збільшуючи прибутки.

Структурна схема СУЕД зображена на рисунку 1.

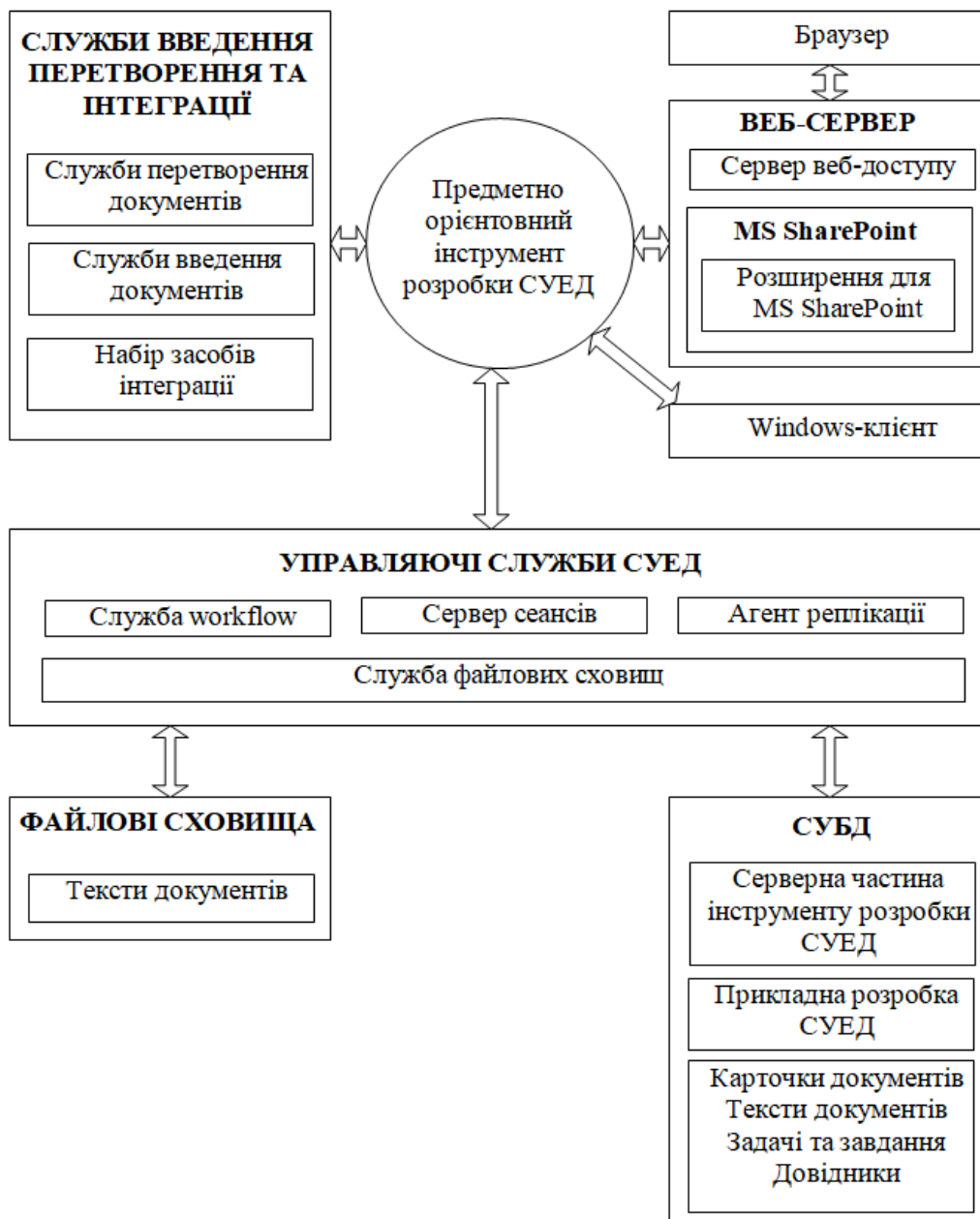


Рисунок 1 – Структурна схема системи управління електронної документації

Таким чином, архітектура системи СУЕД розроблена з урахуванням максимального використання всіх переваг сучасних технологій, платформ і предметно-орієнтованого підходу до побудови інформаційних систем керування.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління електронним документообігом. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем управління електронним документообігом; Досліджена система управління електронним документообігом; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління електронним документообігом. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління електронним документообігом. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.
2. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
3. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
4. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
8. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
10. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
13. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
14. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September



2019. P.701-706.

16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
17. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
18. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
19. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
20. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхусейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
21. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
22. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
23. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
24. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

УДК 004

**Н.Трапезнікова, магістр гр. КН-22МЗ,**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В IRC-МЕРЕЖАХ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи передачі даних в IRC-мережах. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи передачі даних в IRC-мережах. Об'єктом дослідження є процес передачі даних в IRC-мережах. Предметом дослідження є методи передачі даних в IRC-мережах. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи передачі даних в IRC-мережах. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Сервер Internet Relay Chat (IRC) є ключовим компонентом інфраструктури мереж IRC, що сприяє спілкуванню в реальному часі між користувачами по всьому світу. Сервери IRC діють як центри, де користувачі підключаються для обміну повідомленнями в чатах (каналах) або безпосередньо один з одним. Ця децентралізована модель забезпечує надійну та гнучку комунікаційну платформу, яка існує з моменту її створення наприкінці 1980-х років.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи передачі даних в IRC-мережах.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи передачі даних в IRC-мережах.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем передачі даних в IRC-мережах.
- Дослідження системи передачі даних в IRC-мережах.
- Програмна реалізація системи передачі даних в IRC-мережах.

*Об'єктом дослідження* є процес передачі даних в IRC-мережах.

*Предметом дослідження* є методи передачі даних в IRC-мережах.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо існуючі програмні продукти для організації чату.

Без клієнтів у вас не буде бізнесу, тому має сенс розставити пріоритети за ними та їхніми потребами. Один із найпростіших способів миттєво покращити обслуговування клієнтів – це додати живий чат на свій веб-сайт, щоб ваші клієнти могли надсилати вам повідомлення (або принаймні агенту) у режимі реального часу, щоб вирішити їхні проблеми.

Незважаючи на те, що чат-боти зі штучним інтелектом і повноцінні сервісні рішення служби підтримки стають все більш популярними, прямий чат у прямому ефірі є чудовим способом вирішення багатьох поширених проблем з обслуговуванням клієнтів, і клієнтам це подобається. Крім того, це відносно доступна ціна, тож незалежно від того, чи ви новачок, чи відомий бізнес, його легко додати до наявного набору технологій.

**Найкраще програмне забезпечення для живого чату**

- LiveChat для загальної функціональності.

- tawk.to для безкоштовного, повнофункціонального додатка для живого чату.
- Re:amaze для найкращої взаємодії з користувачем.
- Zendesk для повнофункціонального набору послуг.
- LiveAgent для гейміфікації агента.

### **Що робить найкращу програму для живого чату?**

#### **Як ми оцінюємо та тестуємо програми**

Наші підбірки найкращих програм написані людьми, які присвятили більшу частину своєї кар'єри використанню, тестуванню та написанню програмного забезпечення. Якщо прямо не зазначено, ми витрачаємо десятки годин на дослідження та тестування програм, використовуючи кожен програму за призначенням і оцінюючи її за критеріями, які ми встановили для категорії. Нам ніколи не платять за розміщення в наших статтях із будь-якої програми чи за посилання на будь-який сайт – ми цінуємо довіру читачів, які висловлюють нам, щоб надавати достовірні оцінки категорій і програм, які ми переглядаємо. Щоб дізнатися більше про наш процес, прочитайте повний опис того, як ми вибираємо програми для розміщення, у блозі Zapier.

Хоча існує багато додатків, які дозволяють спілкуватися з клієнтами, у цій статті я зосереджусь на чаті в реальному часі, орієнтованому на обслуговування клієнтів. Існують інші програми для чату в прямому ефірі, розроблені для відділів продажів, розробників чат-ботів для автоматизації обслуговування клієнтів і програми служби підтримки з повним набором послуг, які часто інтегрують чат в реальному часі. Хоча очевидно, що між категоріями є певне збігання, у цьому списку пріоритетні програми, які нададуть вам інструменти для надання підтримки в чаті вашим наявним клієнтам.

Хороша новина полягає в тому, що майже будь-яка програма, яка називає себе програмою для живого чату, працює добре. Під час свого тестування я не знайшов жодної розумно виглядаючої програми, яка б принаймні не реалізувала основи, щоб дозволити вашим клієнтам надсилати вам повідомлення напряму, а ви могли легко відповідати. Звичайно, основ недостатньо. Окрім того, що ви можете спілкуватися зі своїми клієнтами, я також шукав:

- **Доступність.** Вартість більшості програм у цьому списку починається приблизно з 20 доларів США за користувача на місяць і не перевищує 100 доларів США, за винятком корпоративних планів. Деякі навіть пропонують безкоштовні плани, яких достатньо для багатьох ситуацій.

- **Простота налаштування та використання.** Чат у реальному часі розроблено таким чином, щоб бути зручним для користувачів, навіть якщо техніка вам не подобається. Тим не менш, деякі програмні засоби чату для обслуговування клієнтів покращують роботу користувача, ніж інші. Під час тестування я переконався, що кожен з цих програм достатньо легко розгорнути та використовувати, не відчуваючи, що ви вивчаєте нову мову.

- **Особливості управління.** Так, живий чат може покращити обслуговування клієнтів, але це лише інструмент. Я шукав програми, які дозволяють відстежувати, вимірювати та покращувати ефективність чату вашої команди. Деякі з функцій, які можуть допомогти, це прогнозування персоналу, звітування про діяльність у реальному часі, моніторинг чату та автоматична маршрутизація чату. У вибраних мною програмах ви знайдете комбінацію цих та інших інструментів, пов'язаних із керуванням.

- **Розширені параметри підтримки.** Щоб підвищити ефективність вашого обслуговуючого персоналу, я шукав програми з розширеними функціями підтримки. Наприклад, наявність бази знань за декілька клацань миші може допомогти агентам допомогти клієнтам швидко вирішити їхні проблеми без необхідності залучати більш досвідченого напарника. Ще кращою є загальнодоступна база знань, де клієнти можуть допомогти собі, шукаючи статті. Інші функції включають керування квитками, багатоканальне спілкування (наприклад, SMS, соціальні мережі, відео), роботи, передача чату та автоматичні повідомлення.

– **Інтеграційні можливості.** Я переконався, що всі вибрані мною додатки для живого чату інтегровані нативно або через Zapier із популярними платформами CRM, служби підтримки, маркетингу та електронної комерції.

Звичайно, також майже неможливо говорити про щось на зразок чату без урахування ШІ. Незважаючи на те, що майже всі додатки в цій категорії використовують функції штучного інтелекту, такі як чат-боти, вони не завжди є найкращим методом індивідуальної підтримки. Зазвичай вам потрібен наявний банк клієнтських чатів або база знань для надання контексту для ШІ, і він покладається на те, що всі ваші клієнти стикаються з подібними проблемами з подібними рішеннями. Принаймні для цього списку я віддав пріоритет інструментам, які дозволяють вашим клієнтам спілкуватися зі справжньою людиною.

Щоб протестувати кожен програму, я встановив віджет чату на своєму особистому веб-сайті та спробував його. Я переконався, що перевірів усе, від базових налаштувань до деяких розширених опцій, таких як інтеграція та автоматична маршрутизація чату. Після ретельного тестування та повторного тестування протягом останніх кількох років це п'ять найкращих програм для живого чату.

### **LiveChat (Веб, Windows, Mac, iOS, Android)**

#### **Переваги LiveChat:**

- Надміцний, повнофункціональний варіант живого чату.
- Дуже швидко налаштовується та простий у використанні.

#### **Недоліки LiveChat:**

- Може бути дорогим для кількох користувачів.

У LiveChat є багато функцій, орієнтованих на підтримку, які задовольняють потреби більшості невеликих команд. І, оскільки ваш бізнес розвивається, LiveChat має функціональність для його підтримки у формі окремого, але інтегрованого чат-бота, довідкового центру та продуктів бази знань.

LiveChat має чисту та сучасну консоль чату. Встановлення віджета чату на моєму веб-сайті зайняло кілька секунд, і після його налаштування все стає досить зрозумілим і простим у використанні. Вам буде важко потрапити в глухий кут, але якщо ви це зробите, кожен план включає підтримку в чаті 24x7x365, обширну базу знань і, звичайно, другого пілота зі штучним інтелектом.

Після того, як ви почнете працювати, LiveChat матиме всі основні функції, які вам потрібні, а також багато приємних речей. Він включає передачу чату, швидкий перегляд повідомлень (перегляньте, що вводить відвідувач під час введення) і стенограми. Ви навіть можете завчасно зв'язуватися з людьми, які відвідують ваш сайт, або направляти людей, які звертаються за допомогою з певних сторінок, до певних агентів – або просто дозволити LiveChat рівномірно розподіляти їх у фоновому режимі.

Крім того, є асинхронний режим, який дозволяє вам і вашим клієнтам спілкуватися за допомогою чату та електронної пошти, навіть коли той чи інший не в мережі. Наприклад, клієнт може надіслати чат навіть у неробочий час, і він чекатиме вас у черзі чату. Якщо ви дасте відповідь, вона перейде як у віджет чату клієнта, так і в електронну пошту. Загалом, він пропонує досить повний пакет із набагато більшою кількістю функцій, ніж я можу виділити в цьому короткому описі.

З огляду на це варто звернути увагу на функції автоматизації LiveChat. Його вбудований копілот AI може пропонувати відповіді на основі ваших наявних довідкових документів, ви можете налаштувати готові відповіді та можете підключити LiveChat до тисяч інших програм за допомогою інтеграції LiveChat Zapier, яка дає вам змогу автоматично додавати контакти LiveChat до HubSpot або відстежувати розмови LiveChat у Google Таблицях.

### **tawk.to (Інтернет, Windows, Mac, iOS, Android)**

#### **Переваги tawk.to:**

- Майже всі функції повністю безкоштовні.

– Ціноутворення за замовленням дає вам контроль над усіма необхідними додатковими функціями.

**Недоліки tawk.to:**

– Брендування, за видалення якого потрібно заплатити, є більш нав'язливим, ніж більшість.

– Менше інтеграцій, ніж багато інших варіантів.

Необмежена кількість користувачів. Автоматизовані тригери. Чат пошепки. База знань. Це деякі функції безкоштовного програмного забезпечення для чату tawk.to. Так, безкоштовно назавжди, якщо ви не хочете додати такі функції, як допомога штучного інтелекту (від 29 доларів США на місяць), перегляд відео + голосу та екрана (29 доларів США на місяць), найняти живого агента для ваших чатів (1 долар США на годину) або видалити брендинг (29 доларів США на місяць). З огляду на функції, які надає безкоштовна версія, tawk.to – це вигідна угода, яка, ймовірно, задовольнить багато малих підприємств.

Віджет чату tawk.to можна повністю налаштувати, дозволяючи встановлювати, коли і де він буде видимий на вашому сайті, а також спосіб доставки сповіщень, з опціями звукового сповіщення, попереднього перегляду повідомлення та приблизного часу очікування. Також є опція форми згоди та планувальник для автоматичного ввімкнення та вимкнення віджета онлайн-чату. Якщо ви тільки починаєте або вивчаєте різні варіанти живого чату, це варто розглянути.

tawk.to також містить базу знань, яка дозволяє створити субдомен (наприклад, zapier.tawk.to.help) для обміну довідковими статтями з клієнтами та для внутрішнього використання вашими агентами. Ви можете налаштувати його за допомогою свого логотипу, кольорів, публікації в соціальних мережах та інших елементів відповідно до свого бренду. Потім виберіть макет, додайте категорії та почніть завантажувати статті. Тоді ваші клієнти зможуть знайти відповіді на свої запитання за допомогою вікна пошуку. І якщо вони не знайдуть відповіді, у вашій скриньці повідомлень з'явиться посилання для надсилання заявки. Тут ви можете призначити його представнику, додати пріоритет і відповісти електронним листом безпосередньо з запису.

І навіть незважаючи на те, що tawk.to абсолютно безкоштовний, він пропонує підтримку 24x7x365 через чат – це не надто дивно з огляду на такий хороший додаток для живого чату.

Підключіть tawk.to до інших програм у своєму стеку технологій за допомогою інтеграції Zapier від tawk.to, яка дає змогу надсилати повідомлення в Slack щоразу, коли в tawk.to відкривається новий чат, або надсилати всі нові квитки tawk.to до програми керування завданнями.

**Re:amaze (Інтернет, iOS, Android)**

**Re:amaze переваги:**

- Ще одна сучасна, проста у використанні програма.
- Деякі потужні засоби автоматизації.

**Re: недоліки:**

- Відсутня інтегрована система продажу квитків.

Завдяки інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу, простоті налаштування та функціям, орієнтованим на клієнта, Re:amaze (іноді пишеться Reamaze) робить дзвінки в службу підтримки приємнішими та простішими як для користувачів, так і для відвідувачів. Чесно кажучи, важко повірити в інструмент, який технічно є частиною GoDaddy. З огляду на це, це насправді просто програма для живого чату з поширеними запитаннями/базою знань; якщо ви шукаєте додаток для чату з вбудованою функцією продажу квитків, Re:amaze не може допомогти. Щоб реєструвати та керувати квитками, вам також знадобиться програма служби підтримки та інструмент автоматизації, як-от Zapier, щоб підключити все.

Незважаючи на те, що всі функції та налаштування програми доступні через меню ліворуч, Re:amaze ніколи не здається захаращеним. Також допомагає те, що майже кожна



функція, як-от відділи, інтеграція та автоматизація, або має приклади, або є надзвичайно зрозумілою.

Двома найкращими функціями Re:amaze є Cues і Workflows. Підказки – це спливаючі сповіщення, які надсилаються відвідувачам, коли вони виконують певну дію (наприклад, відвідують вашу домашню сторінку протягом 30 секунд) або відповідають певним критеріям (наприклад, повертаються відвідувачі). Дійсно, ви можете налаштувати їх так, щоб вони з'являлися майже будь-коли, коли забажаєте, із спеціальними повідомленнями та пропонуваними запитаннями.

Робочі процеси – це спосіб автоматизувати обробку повідомлень або автоматично робити щось у Re:amaze. Наприклад, якщо відвідувач залишив оцінку задоволеності нижче 3, вашому агенту з обслуговування клієнтів може бути надіслано повідомлення «будь ласка, зв'яжіться з ним і вибачтеся». Повідомлення можна позначити тегом (Нещасний клієнт) і переслати його керівнику. Це все можна налаштувати.

Re:amaze також може класифікувати запитання користувачів за допомогою функції під назвою Intents. У вас можуть виникнути загальні запитання щодо підтримки, які включають такі повідомлення, як «Я не можу увійти до свого облікового запису» та «Як мені змінити пароль?» Ви додали б ці фрази до свого наміру, і програма почала б «навчатися» виявляти їх у чатах. Тоді ви можете використовувати їх як ініціатор у робочому процесі, який виконуватиме певну дію, якщо вимоги виконано (наприклад, згадується «повернення», тому чат буде направлено до відділу повернення). Re:amaze також розгортає інші функції штучного інтелекту, які допоможуть вам відповідати клієнтам, але вони зараз у бета-версії.

Загалом користуватися Re:amaze – одне задоволення, оскільки все, що вам потрібно, є прямо в додатку – приклади використання, докладні інструкції та приклади. І деякі функції, безсумнівно, значно спростять надання послуг, що також відобразиться на досвіді клієнтів.

Ви можете отримати ще більше від Re:amaze, підключивши його до Zapier, щоб створювати нові розмови Re:amaze із повідомлень в інших програмах чату або створювати завдання на основі розмов у Re:amaze.

### **Zendesk (Інтернет, iOS, Android)**

#### **Переваги Zendesk:**

- Напрочуд доступне рішення служби підтримки з повним набором послуг на основі квитків.
- Чат інтегрується майже з будь-яким іншим каналом, який ви можете забажати.

#### **Недоліки Zendesk:**

- Повний перебір для багатьох малих підприємств.

Хоча 15+ років – це довгий термін у цій галузі, здається, що Zendesk існує набагато довше – це ім'я стало повсюдним у сфері підтримки. І неважко зрозуміти чому. Набір послуг Zendesk містить усе необхідне для виконання службових обов'язків, включаючи чат, розмови, соціальні мережі та довідковий центр – усе це розміщено на потужній платформі, до якої потрібно звикнути. Якщо вам потрібне комплексне рішення для продажу квитків або штучний інтелект, щоб обробляти якомога більше, це чудовий варіант, але для багатьох малих компаній, яким потрібен живий чат, це може бути надмірним.

Нові повідомлення чату обробляються так само, як і будь-який інший канал у Zendesk. Повідомлення надходять як відкриті квитки та можуть бути призначені відповідно до ваших правил маршрутизації, тригерів та інших функцій. За допомогою маршрутизації ви можете встановити ліміти чату для певних агентів і додати навички для кожного агента, щоб вони отримували лише ті чати, які мають відповідну кваліфікацію, і вони завжди могли позначити інших агентів або менеджерів у чаті, якщо хочуть тримати когось у курсі або потребують додаткової допомоги з процесом оформлення заявки.

Інші канали включають X-formerly-Twitter, Facebook Messenger, боти, текстові повідомлення, довідковий центр і форум спільноти. Zendesk спрощує налаштування довідкового центру та форуму, надаючи миттєво доступний субдомен, де ви можете почати створювати свою довідку із поширеними запитаннями, статтями та темами.

На відміну від деяких варіантів у цьому списку, Zendesk важко описати коротко. Це справді повнофункціональний набір послуг, і він активно адаптується до ШІ. Живий чат може бути важливим компонентом цього, але якщо вам не потрібні кілька агентів у кількох відділах, які співпрацюють за допомогою потужної системи продажу квитків, то, ймовірно, це програма не для вас.

Ви можете підключити Zendesk до тисяч додатків за допомогою інтеграції Zendesk Zapier, щоб автоматично створювати квитки для нових записів форми, додавати нові квитки до інструменту керування проектами тощо. Дізнайтеся більше про те, як автоматизувати Zendesk, або почніть з одного з цих готових шаблонів.

### **LiveAgent (веб, iOS, Android)**

#### **Переваги LiveAgent:**

- Гейміфікація напроцуд надійна та корисна.
- Доступний пакет підтримки клієнтів із повним набором послуг.

#### **Недоліки LiveAgent:**

- В інтерфейсі використовується багато піктограм без міток.

Незважаючи на те, що кожна програма в цьому списку відстежує певні показники, LiveAgent чудово підходить для гейміфікації. Якщо ви хочете покращити підтримку клієнтів і зробити роботу своїх представників веселішою та конкурентоспроможною, це може бути вашою відповіддю. Крім того, що ваші агенти можуть відстежувати ключову статистику підтримки, вони можуть отримувати значки та просуватися на різних рівнях підтримки.

Ви можете налаштувати кожну з них відповідно до умов, таких як чати за годину, відповіді за годину, пропущені чати та кілька десятків інших. Значки також можна присуджувати за такі речі, як найшвидший час відповіді в чаті або найдовший час перерви, і кожен із них можна налаштувати. І ви можете побачити продуктивність кожного на приладовій панелі.

Окрім функцій гейміфікації (до яких я спочатку ставився скептично), LiveAgent пропонує повний пакет підтримки клієнтів. Інші видатні функції включають інтеграцію X-formerly-Twitter і Facebook для керування соціальними каналами вашої компанії, де агенти можуть відстежувати згадки, відповідати на дописи та створювати запити в службу підтримки прямо з інтерфейсу чату, хоча вони є доповненнями до планів із нижчою ціною. Існує також портал самообслуговування клієнтів для керування повідомленнями на форумі, статтями та відгуками клієнтів. І, звісно, LiveAgent також випускає інструмент штучного інтелекту під назвою AI Answer Assistant.

Якби я мав нарікання на LiveAgent, це було б використання ними значків, а не міток у вікні агента чату. Наприклад, у розділі «Квиток» є сім значків. Один – це конверт, який, як ви можете підозрювати, є електронною поштою. Але наведіть курсор, і там написано «пов'язані квитки». У вікні є приблизно 20 значків, які можна вивчати. З практикою вони стануть автоматичними, але мітки будуть менш двозначними.

Ви також можете автоматизувати LiveAgent за допомогою інтеграції LiveAgent Zapier, щоб автоматично надсилати повідомлення Slack щоразу, коли з'являється новий клієнт LiveAgent, або додавати нові контакти в чаті до свого маркетингового списку електронної пошти.

### **Інші варіанти додавання чату в реальному часі**

Хоча ці п'ять варіантів є одними з найкращих програм для спілкування в режимі реального часу, розроблених для обслуговування клієнтів, є багато інших чудових варіантів. Реальність така, що живий чат є досить вирішеною проблемою: якщо ви не шукаєте дуже специфічний набір розширених функцій, майже будь-яка програма, яка пропонує їх, добре працюватиме для більшості малих і середніх підприємств. Спробуйте кілька з них і виберіть той, який найкраще відповідає вашим потребам і бюджету.

Ось кілька інших варіантів, які варто розглянути:

– **Ваш CRM.** Більшість CRM, як-от HubSpot, Zoho Desk, Pipedrive і майже будь-який інший великий гравець, включають живий чат. Це може бути дещо простим у порівнянні зі спеціальним додатком, але його точно варто перевірити.

– **Конструктори чат-ботів.** Багато програм живого чату включають чат-ботів, а багато програм чат-ботів містять живий чат. За останні пару років вони дійсно стали кращими, тож якщо ви хочете спрямувати службу підтримки клієнтів на чат-ботів штучного інтелекту, ці програми також варто розглянути.

– **Спеціальне програмне забезпечення служби підтримки.** Додатки підтримки клієнтів у режимі реального чату та спеціальне програмне забезпечення служби підтримки є величезними (наприклад, Zendesk є в обох списках Zapier). Якщо ви стурбовані тим, як керувати квитками на сервері, варто звернути увагу на ці додатки, а також вони все частіше використовують штучний інтелект, що робить роботу ще більш автоматизованою.

– **Програми, які інтегруються зі Slack і Teams.** Якщо ви просто дбаєте про те, щоб повідомлення чату в режимі реального часу використовувалися у вашому інструменті для співпраці, перегляньте Chatlio або Social Intents. Вони занадто обмежені для цього списку, але вони досить зручні.

– **Будь-яка інша програма, якою ви користуєтесь, яка пропонує живий чат.** Серйозно, було дуже мало програм, які я тестував, і які не можна було використовувати. Якщо ви вже платите за програму у своєму наборі технологій, яка пропонує живий чат, спробуйте її. І якщо у вас уже є програма для живого чату, яка добре вам підходить, ймовірно, немає вагомої причини переходити на інший інструмент.

### **Як працюють сервери IRC**

Сервери IRC працюють за моделлю клієнт-сервер, де клієнти (користувачі) підключаються до сервера або мережі серверів для участі в обговореннях. Ось короткий огляд роботи IRC-серверів:

– **Встановлення підключення:** користувачі підключаються до IRC-сервера за допомогою клієнтського програмного забезпечення, здатного обробляти протоколи IRC. Ці клієнти ініціюють підключення до сервера, зазвичай через певний порт (зазвичай 6667 або 6697 для SSL/TLS).

– **Автентифікація та ідентифікація:** після підключення користувачам може знадобитися автентифікувати себе за допомогою псевдоніма (нік) і додаткових облікових даних (наприклад, паролів). Цей процес забезпечує ідентифікацію користувачів у мережі.

– **Канал і приватні повідомлення:** користувачі можуть приєднуватися до різних каналів на основі тем чи інтересів. Канали – це віртуальні простори, де кілька користувачів можуть обмінюватися повідомленнями одночасно. Крім того, користувачі можуть приватно спілкуватися один з одним за допомогою прямого обміну повідомленнями.

– **Серверний зв'язок:** IRC-сервери спілкуються між собою, щоб синхронізувати канали та інформацію про користувачів у мережі. Ця синхронізація гарантує, що користувачі можуть бачити той самий список каналів і користувачів, незалежно від того, до якого сервера вони підключені в мережі.

– **Команди та служби:** мережі IRC часто надають додаткові послуги через ботів і автоматизовані системи. Ці послуги можуть включати керування каналами (наприклад, створення або підтримка каналів), автентифікацію користувачів і обмін повідомленнями в усій мережі.

### **Приклади серверів IRC**

Кілька реалізацій програмного забезпечення служать IRC-серверами, кожна зі своїми функціями та конфігураціями:

– **ircd-hybrid:** популярний IRC-сервер з відкритим кодом, відомий своєю стабільністю та масштабованістю.

– **InspIRCd:** ще один широко використовуваний IRC-сервер із відкритим вихідним кодом із широкими можливостями налаштування.

– `ircd-seven`: частина сімейства `IRCD-Hybrid`, зосереджена на вдосконаленнях і додаткових функціях.

Ці сервери разом з іншими утворюють основу різноманітних мереж IRC, задовольняючи різні спільноти та потреби.

### Процес створення IRC

Створення IRC-сервера включає в себе налаштування платформи, яка полегшує спілкування в реальному часі між клієнтами в середовищі на основі чату. На відміну від традиційних налаштувань IRC, які включають з'єднання сервер-сервер для об'єднання мереж, мій проект IRC зосереджений виключно на взаємодії клієнт-сервер. Цей розділ проведе вас через процес встановлення та налаштування вашого IRC-сервера з нуля.

### Планування та вимоги

Перш ніж приступати до впровадження, дуже важливо визначити вимоги до вашого сервера:

– **Функціональність**: визначте основні функції, які підтримуватиме ваш IRC-сервер, наприклад автентифікація користувачів, керування каналами та трансляція повідомлень.

– **Масштабованість**: подумайте, як ваш сервер оброблятиме кілька одночасних з'єднань і оптимізуйте продуктивність.

– **Безпека**: сплануйте механізми автентифікації користувачів і забезпечте безпеку передачі даних, особливо якщо йдеться про конфіденційну інформацію.

### Налаштування серверної інфраструктури

Почніть з налаштування базової інфраструктури для вашого сервера IRC:

– **Мережевий сокет**: реалізуйте програмування сокетів для обробки вхідних підключень клієнтів.

– **Реалізація протоколу**: розробіть підтримку команд протоколу IRC, таких як `PASS`, `NICK`, `USER`, `JOIN`, `PRIVMSG` тощо.

– **Постійність даних**: подумайте про те, як дані користувача (нікнейми, канали) будуть зберігатися та отримувати доступ через структури даних у пам'яті або через базу даних.

### 3-Реалізація функцій сервера IRC

Зосередьтеся на реалізації основних функцій сервера IRC:

– **Автентифікація користувачів**: реалізуйте механізми для реєстрації псевдонімів (`NICK`) і автентифікації (`PASS`) на сервері.

– **Керування каналами**: дозволити користувачам створювати (`JOIN`) і керувати каналами (`PART`, `MODE`, `TOPIC`).

– **Обробка повідомлень**: підтримка трансляції повідомлень (`PRIVMSG`), включаючи приватні повідомлення та зв'язок по каналах.

Незважаючи на такі сучасні альтернативи, як Slack, стародавній *IRC* все ще надзвичайно популярний як інтерактивна платформа онлайн-чату.

Це може бути тому, що існують IRC-клієнти майже для кожної операційної системи та пристрою, від Commodore Amiga до вашого смартфона, а технологія, що лежить в основі IRC, надихає простотою – це просто необроблений текст і кілька керуючих символів, які переміщуються по мережі.

Онлайн-сервери, такі як сервери Libera Chat, чудово підходять як для публічних, так і для приватних каналів. Але так само легко запустити власний приватний IRC-сервер, що дає вам повний контроль над своїми даними, журналами та параметрами конфігурації, уникаючи всіх ризиків і розчарувань, пов'язаних зі спамерами та ботами IRC.

У цьому розділі ми розглянемо встановлення IRC-сервера `InspIRCd` на Ubuntu, від встановлення його залежностей і створення останньої версії з GitHub до налаштування та виконання.

Для першого кроку ми встановимо залежності, необхідні для створення та запуску `InspIRCd`, починаючи з `git`:

```
sudo apt-get install git
```

Далі йде *Perl*, щоб ми могли запустити сценарій конфігурації, який входить до InspIRCd:

```
sudo apt-get install perl
sudo apt-get install g++
```

І, нарешті, нам потрібно переконатися, що *make* встановлено:

```
sudo apt-get install make
```

Останню версію InspIRCd можна завантажити з: <https://github.com/inspircd/inspircd/releases/latest>

Оскільки ми збираємося створювати останню версію з вихідного коду, нам потрібно отримати архів *tar.gz* за допомогою вашого браузера або з командного рядка. Щоб взяти версію 2.0.25 як приклад, ви можете використати наступну команду для завантаження архіву:

```
wget https://github.com/inspircd/inspircd/archive/v2.0.25.tar.gz
```

Використовуйте *tar*, щоб розпакувати завантаження:

```
tar xvf./v2.0.25.tar.gz
```

Завантаживши та розпакувавши вихідний код, тепер ми можемо налаштувати спосіб створення InspIRCd.

Спочатку увійдіть в каталог встановлення:

```
cd inspircd-2.0.25
```

Номер версії вище має відповідати завантаженій версії.

Щоб почати налаштування встановлення, введіть наступне:

```
perl./configure
```

Зараз вам задають низку запитань. Якщо не впевнені, натисніть кнопку *повернення*, щоб відповісти зі значеннями за замовчуванням.

Останнє запитання питатиме вас про те, чи бажаєте ви перевірити наявність оновлень для сторонніх модулів, і ви повинні відповісти утак.

Кінцевий результат має бути приблизно таким:

```
Ok, 144 modules.
```

```
Writing inspircd_config.h
```

```
Writing GNUmakefile...
```

```
Writing BSDmakefile...
```

```
Writing inspircd...
```

```
Writing cache file for future./configures...
```

```
To build your server with these settings, please run 'make' now.
```

```
*** Remember to edit your configuration files!!! ***
```

Тепер ми можемо продовжити етап *побудови*.

### Створіть сервер

Тепер сервер можна створити, виконавши його makeв каталозі інсталяції. Цей процес займе приблизно 10 хвилин, залежно від швидкості вашої системи, тому сміливо відходьте від комп'ютера.

Закінчивши, введіть, `make install` щоб перемістити виконувані файли до налаштованих раніше місць. Огляд цього процесу виводиться після завершення:

Paths:

```
Base install: /home/javier/build/inspircd-2.0.25/run
```

```
Configuration: /home/javier/build/inspircd-2.0.25/run/conf
```

```
Binaries: /home/javier/build/inspircd-2.0.25/run/bin
```

```
Modules: /home/javier/build/inspircd-2.0.25/run/modules
```

```
Data: /home/javier/build/inspircd-2.0.25/run/data
```

To start the ircd, run: `/home/javier/build/inspircd-2.0.25/run/inspircd start`

Remember to create your config file: `/home/javier/build/inspircd-2.0.25/run/conf/inspircd.conf`

Examples are available at: `/home/javier/build/inspircd-2.0.25/run/conf/examples/`



## Конфігурація сервера

У каталозі збірки створіть текстовий файл із назвою `run/config/inspircd.conf`та вставте наступне:

```
<config format="xml">
<define name="bindip" value="1.2.2.3">
<define name="localips" value="&bindip;/24">
##### SERVER CONFIGURATION #####
<server
  name="SERVER_HOSTNAME/FQDN"
  description="SERVER_DESCRIPTION"
  id="SERVER_SID"
  network="NETWORK_NAME">
##### ADMIN INFO #####
<admin
  name="ADMIN_NAME"
  nick="ADMIN_NICK"
  email="ADMIN_EMAIL">
##### PORT CONFIGURATION #####
<bind
  address="SERVER_IP"
  port="SERVER_PORT"
  type="SERVER_TYPE">
```

Змініть наступні значення в тексті вище, щоб відобразити вашу власну конфігурацію:

- *SERVER\_HOSTNAME/FQDN*: ім'я хосту для сервера
- *SERVER\_DESCRIPTION*: опис вашого сервера
- *SERVER\_SID*: унікальна послідовність із 3 символів, перший з яких є числом

(переконайтеся, що введено великі літери)

- *NETWORK\_NAME*: назва вашої мережі IRC
- *ADMIN\_NAME*: ім'я адміністратора IRC
- *ADMIN\_NICK*: псевдонім адміністратора IRC
- *ADMIN\_EMAIL*: електронна адреса адміністратора IRC
- *SERVER\_IP*: загальнодоступна IP-адреса для сервера
- *SERVER\_PORT*: порт сервера (зазвичай 6697)
- *SERVER\_TYPE*: тип клієнтів або серверів (тут клієнти мають бути добре)

Тепер файл конфігурації має виглядати приблизно так:

```
<config format="xml">
<define name="bindip" value="1.2.2.3">
<define name="localips" value="&bindip;/24">
##### SERVER CONFIGURATION #####
<server
  name="tutorials.ubuntu.com"
  description="Welcome to Ubuntu Tutorials"
  id="97K"
  network="tutorials.ubuntu.com">
##### ADMIN INFO #####
<admin
  name="tutorial ubuntu"
  nick="tutorial"
  email="tutorials@ubuntu.com">
##### PORT CONFIGURATION #####
<bind
  address="23.54.785.654"
```

```
port="6697"
type="clients">
```

Обов'язково збережіть зміни!

Настав час уперше запустити InspIRCd!

У вікні терміналу введіть:

```
./inspircd start
```

```
./inspircd status
```

У разі успіху ви побачите такий результат:

```
InspIRCd is running (PID: 13301)
```

Щиро вітаю! Ваш сервер тепер онлайн!

Будь-який клієнт IRC, який має доступ до вашого сервера, тепер зможе підключитися до вашого сервера IRC.

#### **Тепер ви знаєте, як:**

- Візьміть вихідний код з GitHub.
- Підготуйте середовище для створення InspIRCd.
- Налаштуйте InspIRCd за допомогою.confфайлу.
- Запустіть службу.

Подальші дії:

- Змініть зовнішнє підключення до Інтернету, щоб перенаправити порт 6697.
- Переконайтеся, що ваша мережа має статичну IP-адресу.
- Отримайте URL-адресу для легкого надсилання трафіку на ваш сервер (необов'язково).

Зміни на вашому IRC-сервері потрібно внести у файл конфігурації, а список підтримуваних команд та іншу корисну інформацію можна знайти на Wiki InspIRCd.

Допомога:

- Двічі перевірте, чи доступний порт.
- Переконайтеся, що.configфайл правильний.
- Переконайтеся, що ви правильно ввели команди.
- Спробуйте скористатися sudo (якщо ви ще цього не зробили).
- Поставте запитання на Ask Ubuntu.

#### **Розробка структурної схеми**

Члени мережі IRC діють як плацдарм для передачі технологій та інновацій з метою підвищення конкурентоспроможності європейських малих і середніх підприємств.

IRC мають шість рекомендованих завдань:

- Транснаціональна передача технологій.
- Транснаціональне поширення та використання результатів досліджень Співтовариства.
- Стимулювати здатність фірм до впровадження нових технологій.
- Сприяти спільним транснаціональним інноваційним ініціативам.
- Надати інформацію про інноваційні заходи FP5.
- Вказівки на інші служби.

У 1995 році Європейська комісія створила мережу IRC. З квітня 2000 року він складається з 68 інноваційних релейних центрів (IRC) по всій Європі, включаючи ЄС, Болгарію, Чеську Республіку, Кіпр, Естонію, Угорщину, Ісландію, Ізраїль, Латвію, Литву, Мальту, Норвегію, Польщу, Румунію, Словаччину, Словенії та Швейцарії. Ці центри були створені для того, щоб сприяти передачі інноваційних технологій європейським компаніям або дослідницьким відділам і з них. Ці центри були створені для того, щоб сприяти передачі інноваційних технологій європейським компаніям або дослідницьким відділам і з них. Будучи рушієм інновацій, мережа IRC стала провідною європейською мережею для сприяння технологічному партнерству та передачі в основному між малими та середніми

компаніями (МСП). IRC є постачальниками послуг підтримки інновацій, які в основному обслуговують громадські організації, такі як університетські технологічні центри, торгові палати, агенції регіонального розвитку або національні інноваційні агенції. Більшість IRC створено як консорціуми. У кожному центрі працюють співробітники, які мають глибокі знання технологічного та економічного профілю компаній і регіонів, які вони обслуговують.

### Пересилання повідомлень в IRC-мережі

IRC надає можливість як групового, так і приватного спілкування. Для групового спілкування існує кілька можливостей. Користувач може відправити повідомлення списку користувачів, при цьому серверу відправляється список, сервер виділяє з нього окремих користувачів і відправляє копію повідомлення кожному з них. Більше ефективним є використання каналів. У цьому випадку повідомлення відправляється безпосередньо серверу, а сервер відправляє його всім користувачам у каналі. Як при груповому, так і при приватному спілкуванні повідомлення відправляються клієнтам по найкоротшому шляху й видимі тільки відправникові, одержувачеві й вхідним в найкоротший шлях серверам.

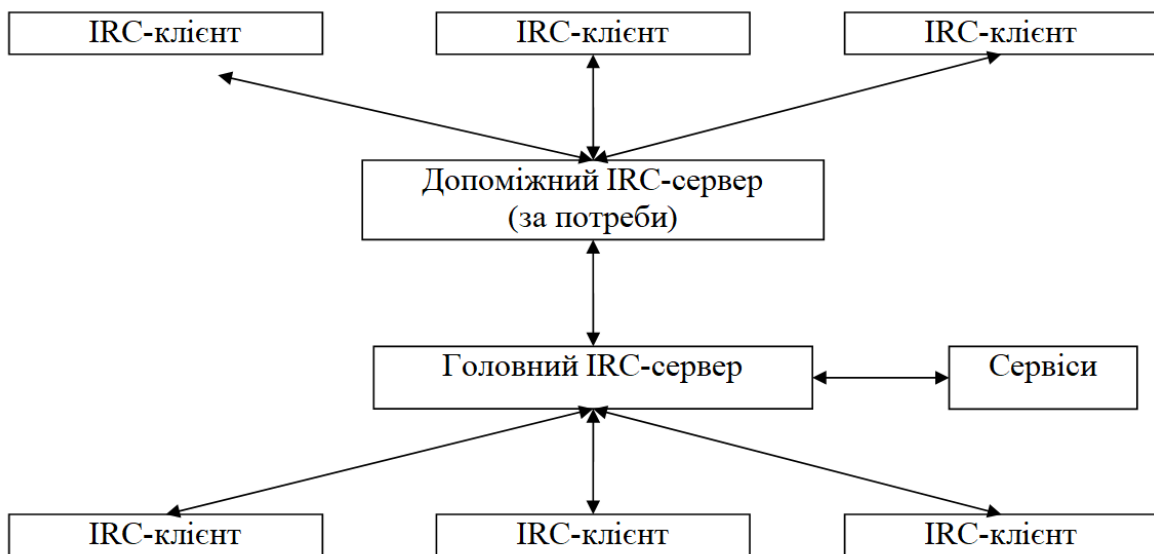


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Крім того, можливе відправлення широкомовного повідомлення. Повідомлення клієнтів, що стосуються зміни стану мережі (наприклад, режиму каналу або статусу користувача) повинні відправлятися всім серверам, що входять у мережу. Всі повідомлення, що виходять від сервера, також повинні бути відправлені всім іншим серверам.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів передачі даних в IRC-мережах. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем передачі даних в IRC-мережах; Досліджена система передачі даних в IRC-мережах; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи передачі даних в IRC-мережах. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання передачі даних в IRC-мережах. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник

Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.

2. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
3. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.
4. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
5. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
6. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
7. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
8. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології : монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139
9. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.
10. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральньоукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
11. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К. Метод формування антивірусного захисту даних з використанням безпечної маршрутизації метаданих. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – Том 3 № 3. – Київ: КУ ім. Бориса Грінченка. – 2019. – С. 63-87.
12. Смірнов О.А., Гнатюк С.О., Кавун С.В., Терейковський І.А., Жмурко Т.О., Смірнов С.А., Коваленко А.С. Основи безпеки в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2018. – 177 с.
13. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
14. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Алгоритми формування безлічі маршрутів передачі метаданих у антивірусні хмарні системи. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 5 (142). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 148-152.
15. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дреєв О.М. Моделі системи нейромережових експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних системах. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 36-39.
16. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Спосіб контролю ліній зв'язку телекомунікаційної системи антивірусу. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). – Харків: ХУПС. - 2016. - С. 121-127.
17. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К. Метод безпечної маршрутизації метаданих у хмарні антивірусні системи. Системи озброєння та військова техніка. - Випуск 2 (46) - Х.: ХУПС - 2016. - С. 146-149.
18. Смірнов О.А., Кавун С.В., Доренський О.П., Вялкова В.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 151 с.
19. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Дреєв О.М. Мережні інформаційні технології. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 159 с.
20. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дреєв О.М., Вялкова В.І. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.
21. Смірнов О.А., Стасев Ю.В. Бараннік В.В. Захист інформації в автоматизованих системах управління. Навчальний посібник – Харків: ХУПС, 2015. – 264 с.
22. Смірнов О.А., Мелешко Є.В., Семенов С.Г. Методи та засоби обробки сигналів і даних в інформаційних системах. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 250 с.
23. Смірнов О.А., Євсєєв С.П., Жукарев В.Ю., Король О.Г., Сорокін В.С., Мелешко Є.В. Технології і стандарти комп'ютерних мереж. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 454 с

УДК 004

**Б.Федоров, магістр гр. КН-22М-1,**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ГРАФІЧНИХ ОБРАЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ХЕММІНГА

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга. Об'єктом дослідження є процес розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга. Предметом дослідження є методи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга. Методи дослідження базуються на методах розпізнавання графічних образів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Можливість автоматично знімати, обробляти, аналізувати та використовувати зображення та відеовміст сьогодні стає все більш важливою завдяки покращенню обчислювальної потужності, зростаючій кількості камер і швидкому зростанню використання мобільних пристроїв. Ми зосереджені на тому, щоб зробити комп'ютери інтелектуальнішими, щоб вони могли автоматично аналізувати та вивчати дані зображення, розпізнавати об'єкти та автоматично розуміти зміст зображення. Очікується, що ці технології значно зроблять наше життя багатшим, безпечнішим і зручнішим. Поле досліджень охоплює широкий спектр тем, пов'язаних із зображеннями. Обробка зображень включає методи покращення, відновлення, сегментації, стиснення та водяних знаків. Досконалішим прикладом є адаптивне масштабування зображення, яке інтелектуально забезпечує гарну якість перегляду для різних пристроїв відображення. Комп'ютерне бачення охоплює всі види аналізу візуального вмісту, наприклад, калібрування камери, тривимірне моделювання, автоматичну локалізацію та вивчення навколишнього середовища в стереобаченні, виявлення та розпізнавання осіб, об'єктів і подій у системах спостереження, а також відеоконтент аналіз та багато інших методів. Розпізнавання образів стосується методів автоматичної класифікації та кластеризації даних, які мають багато застосувань у комп'ютерному зорі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі хеммінга.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга.
- Дослідження системи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга.



– Програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга.

*Об'єктом дослідження* є процес розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга.

*Предметом дослідження* є методи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга.

*Методи дослідження* базуються на методах розпізнавання графічних образів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** З точки зору машинного зору, розпізнавання зображень є нічим іншим, як ідентифікацією об'єкта на зображенні. Тут об'єктами на зображенні можуть бути конкретні дії, місця чи особи. Це розпізнавання може здійснюватися за допомогою програмного забезпечення або технології. Технологія може являти собою поєднання програмного забезпечення штучного інтелекту разом із камерою для досягнення розпізнавання зображень. Під капотом розпізнавання зображень базується на глибокому навчанні, зокрема на згорткових нейронних мережах, архітектурі нейронної мережі, яка емулює те, як зорова кора розбиває та аналізує дані зображення. Нейронна мережа згортки та нейронна мережа розпізнавання зображень є основним компонентом глибокого навчання для комп'ютерного зору. Він має багато застосувань, включаючи електронну комерцію, ігри, автомобільну промисловість, виробництво та освіту.

### **Що таке розпізнавання зображень**

Для розпізнавання зображень використовується технологія штучного інтелекту. Він автоматично визначає об'єкти, людей, місця та дії на зображеннях. Розпізнавання зображень використовується для виконання таких завдань, як пошук вмісту в зображеннях, позначення зображень описовими тегами. Він також виконує роботи-керівники, автономні транспортні засоби та системи допомоги водієві. Розпізнавання зображень є природним для людей і тварин. Для комп'ютерів це надзвичайно складне завдання. За останні два десятиліття в галузі комп'ютерного бачення були розроблені інструменти та технології, які можуть впоратися з цим викликом. Глибока нейронна мережа є найефективнішим інструментом для розпізнавання зображень. Зокрема, згортка нейронної мережі. Convolution Neural Network – це архітектура, розроблена для ефективного розуміння зображень високої роздільної здатності. Він може співвідносити та розуміти велику кількість даних у зображеннях високої роздільної здатності.

### **Як працює розпізнавання зображень?**

Коли людське око бачить зображення, воно інтерпретується мозком як набір сигналів. Це зберігається в пам'яті, пов'язаної з об'єктами та поняттями, оскільки результатом є досвід сцени. Розпізнавання зображень імітує цей процес. У процесі розпізнавання зображень за допомогою нейронної мережі вона зображує фізичні об'єкти та особливості у векторному кодуванні зображення. Він перетворюється на конструкції, які можуть логічно аналізувати системи комп'ютерного зору. Спочатку він спрощує зображення та виділяє найважливішу інформацію. Потім упорядкуйте дані за допомогою виділення ознак і класифікації. Нарешті, використання алгоритмів класифікації для визначення зображення в системах комп'ютерного зору.

### **Алгоритми розпізнавання зображень**

Класифікатор зображень є одним із типів алгоритмів розпізнавання зображень. Він вибирає зображення як вхідні дані та передбачає вміст зображення. Клас позначає тип вихідних даних класу, наприклад класифікацію об'єкта на зображенні, чи є він живою чи неживою істотою. Для цього потрібно навчити алгоритм. Навчання – це процес навчання. Він може розрізняти класи. Наприклад, для алгоритму класифікації ми повинні навчити нейронну мережу з тисячами зображень живих і неживих істот. Алгоритм навчиться виділяти ознаки, які ідентифікують об'єкт живих істот, і класифікувати зображення, які також містять неживі об'єкти. Тут можна використовувати інші алгоритми для виконання більш складних дій

### **Етапи попередньої обробки даних зображень для нейромереж**

Розпізнавання зображень за допомогою алгоритмів нейронної мережі залежить від якості набору даних. Зображення, які використовуються для навчання та тестування моделі. Тут для підготовки даних зображення враховуються важливі параметри.

– Розмір зображення: основна мета зображення вищої якості – надати більше інформації моделі. Але в той же час для обробки потрібно більше вузлів нейронної мережі та більше обчислювальної потужності.

– Кількість зображень: для точнішого результату ми повинні передати більше даних моделі. Це гарантує, що навчальний набір представляє реальну популяцію.

– Кількість каналів: кольорові зображення зазвичай мають 3 кольорові канали, тобто червоний, зелений, синій з кольорами, представленими в діапазоні [0,255]. Подібним чином зображення у градаціях сірого має 2 канали, тобто чорно-білий

– Співвідношення сторін: оскільки нейронна мережа припускає квадратну форму вхідного зображення. Тому розмір і співвідношення сторін зображення мають бути однаковими.

– Масштабування зображення: коли всі зображення розведено в квадрат, ви можете масштабувати кожне зображення. Існують різні бібліотечні функції глибокого навчання, такі як методи збільшення та зменшення масштабу.

– Середнє, стандартне відхилення вхідних даних: ви можете переглянути «середнє зображення», обчисливши середні значення для кожного пікселя в усіх навчальних прикладах, щоб отримати інформацію про структуру, що лежить в основі зображень.

– Нормалізація вхідних даних зображення: гарантує, що всі вхідні параметри (у цьому випадку пікселі) мають рівномірний розподіл даних.

– Зменшення розмірності: ви можете вирішити згорнути канали RGB у канал відтінків сірого.

– Збільшення даних: передбачає розширення існуючого набору даних зі збуреними типами поточних зображень, включаючи масштабування та обертання.

### **Створення прогнозувальної моделі для зображень за допомогою нейромереж**

Після навчання зображень нам потрібна система, яка може їх обробляти та використовувати для прогнозування нових, невідомих зображень. Ця система є штучною нейронною мережею. Розпізнавання зображень за допомогою алгоритмів нейронної мережі може класифікувати будь-що. Він також може класифікувати текст, зображення, аудіофайли та відео. Перцептрон – це не що інше, як взаємопов'язана сукупність вузлів нейронної мережі. Кожен нейрон бере одну хвилину вибірки вхідних даних, тобто один піксель зображення. Потім він застосовується до функції активації для генерації результату. Функція активації – це просте обчислення. Кожен нейрон має числову вагу, яка впливає на його результат. Потім цей результат передається до додаткових нейронних рівнів, доки наприкінці процесу нейронна мережа не створить прогноз для кожного входу або пікселя. Рис. 3'єднання з перцептроном У цьому процесі повторень мережа вивчає найбільш відповідні ваги для кожного нейрона для великої кількості зображень, що призводить до точних прогнозів у процесі, який називається зворотним поширенням. Коли модель навчена, її застосовують до нового набору зображень, які не брали участь у навчанні, щоб перевірити її точність. Модель можна використовувати для класифікації зображень реального світу після деякого налаштування.

### **Обмеження звичайних нейромереж для розпізнавання зображень**

Традиційні нейронні мережі використовують повну зв'язану архітектуру. Кожен нейрон одного шару з'єднаний з усіма нейронами наступного шару. Для обробки даних зображення архітектура нейронної мережі неефективна.

– Переобладнання є ще одним обмеженням традиційної нейронної мережі, оскільки для середнього зображення із сотнями пікселів і трьома каналами воно генеруватиме мільйони параметрів.

– Модель нейронної мережі потребуватиме великих обчислень.

– Поліпшити його продуктивність на основі інтерпретації результатів може бути важко.

### **Програми розпізнавання зображень**

Реалізації розпізнавання зображень за допомогою нейронних мереж вимагають безпеки та спостереження. Він включає великі бази даних для розпізнавання обличчя, розпізнавання об'єктів, аналізу медичних зображень, візуальної геолокації, допомоги водієві, розпізнавання жестів і тегування зображень. Це також корисно для веб-сайтів організацій. Розпізнавання зображень увійшло в мейнстрім. У розробці Facebook, Google і багатьох інших популярних споживчих додатків використовуються для розпізнавання облич, фотографій і відео кадрів. З'явилися набори інструментів і хмарні сервіси. Це може допомогти невеликим гравцям інтегрувати розпізнавання зображень у свої веб-сайти. Існують різні сфери застосування розпізнавання зображень нейронної мережі, такі як виробництво, індустрія електронної комерції, освіта, ігрова індустрія, автомобільна промисловість. Розпізнавання зображень використовується для автоматичної обробки, класифікації та позначення зображень продуктів, а також для активації потужного пошуку зображень. Наприклад, споживачі можуть шукати крісло з певним підлокітником і отримувати відповідні результати. Розпізнавання зображень можна використовувати для транспонування цифрового шару поверх зображень із реального світу. Доповнена реальність додає деталі до існуючого середовища. Pokémon Go – це популярна гра, яка базується на технології розпізнавання зображень. Автономні транспортні засоби знаходяться на стадії тестування в Сполучених Штатах і використовуються для громадського транспорту в багатьох містах Європи. Щоб полегшити автономне водіння, розпізнавання зображень навчається ідентифікувати об'єкти на дорозі, включаючи рухомі об'єкти, транспортні засоби, людей і шляхи, а також розпізнавати світлофори та дорожні знаки. Розпізнавання зображень використовується на різних етапах виробничого циклу. Він використовується для зменшення кількості дефектів у процесі виробництва, наприклад, шляхом зберігання зображень компонентів із відповідними метаданими та автоматичного визначення дефектів. Розпізнавання зображень може допомогти учням із труднощами в навчанні та вадами. Наприклад, програми, що працюють на основі комп'ютерного зору, забезпечують функції перетворення зображення в мову та тексту в мову, які можуть читати матеріали студентам з дислексією або порушенням зору.

Нещодавні досягнення в галузі штучного інтелекту та машинного навчання сприяли розвитку концепцій комп'ютерного зору та розпізнавання зображень. Від керування автомобілем без водія до визначення обличчя для біометричного доступу, розпізнавання зображень допомагає в обробці та категоризації об'єктів на основі навчених алгоритмів. Продовжуйте читати, щоб зрозуміти, що таке розпізнавання зображень і наскільки воно корисне в різних галузях.

Коли справа доходить до ідентифікації зображень, ми, люди, можемо чітко розпізнавати та розрізняти різні характеристики об'єктів. Це тому, що наш мозок несвідомо тренувався з тим самим набором образів, що призвело до розвитку здатності легко розрізняти речі.

Ми навряд чи свідомі, коли інтерпретуємо реальний світ. Зіткнутися з різними об'єктами візуального світу та з легкістю розрізнити їх не становить для нас труднощів. Наша підсвідомість без зайвих зусиль здійснює всі процеси.

На відміну від людського мозку, комп'ютер розглядає візуальні елементи як масив числових значень і шукає шаблони в цифровому зображенні, будь то фото, відео, графіка чи навіть живе, щоб розпізнавати та розрізняти ключові характеристики зображення. Спосіб, у який система інтерпретує зображення, повністю відрізняється від способу, у який система інтерпретує зображення. Комп'ютерне зір використовує алгоритми обробки зображень, щоб аналізувати та розуміти візуальні ефекти з одного зображення або послідовності зображень. Прикладом комп'ютерного зору є ідентифікація пішоходів і транспортних засобів на дорозі

за допомогою точної класифікації та фільтрації мільйонів зображень, завантажених користувачами.

### **Ринкові можливості та сфера комп'ютерного зору**

З роками ринок комп'ютерного бачення значно виріс. На даний момент його вартість оцінюється в 11,94 мільярда доларів США та, ймовірно, досягне 17,38 мільярда доларів США до 2023 року при середньорічному темпі зростання 7,80% між 2018 і 2023 роками.

Це пов'язано зі збільшенням попиту на автономні та напівавтономні транспортні засоби, дрони (військового та побутового призначення), носимі пристрої та смартфони. Більше того, зростання впровадження Індустрії 4.0 та автоматизації у виробничих галузях ще більше стимулювало попит на комп'ютерне бачення.

Враховуючи зростаючий потенціал комп'ютерного зору, багато організацій інвестують у розпізнавання зображень для інтерпретації та аналізу даних, що надходять переважно з візуальних джерел, для цілого ряду застосувань, таких як аналіз медичних зображень, ідентифікація об'єктів в автономних автомобілях, розпізнавання обличчя для цілей безпеки тощо.

Завдяки останнім досягненням у машинному навчанні та збільшенню обчислювальної потужності машин розпізнавання зображень захопило світ штурмом.

Автомобільна промисловість, електронна комерція, роздрібна торгівля, обробна промисловість, безпека, відеоспостереження, охорона здоров'я, сільське господарство тощо можуть мати широке застосування розпізнавання зображень.

### **Як працює розпізнавання зображень?**

Цифрове зображення являє собою матрицю числових значень. Ці значення представляють дані, пов'язані з пікселем зображення. Інтенсивність різних пікселів усереднюється до одного значення, що представляє себе у форматі матриці.

Інформація, яка надходить до систем розпізнавання, – це інтенсивність і розташування різних пікселів на зображенні. За допомогою цієї інформації системи вчаться відображати взаємозв'язок або шаблон у наступних зображеннях, які надаються їй у рамках процесу навчання.

Після завершення процесу навчання продуктивність системи на тестових даних перевіряється.

Щоб підвищити точність системи для розпізнавання зображень, переривчасті вагові коефіцієнти нейронних мереж змінено для підвищення точності систем.

Деякі з алгоритмів, які використовуються для розпізнавання зображень (розпізнавання об'єктів, розпізнавання обличчя), це SIFT (масштабно-інваріантне перетворення ознак), SURF (прискорені надійні функції), PCA (аналіз основних компонентів) і LDA (лінійний дискримінантний аналіз).

### **Роль згорткових нейронних мереж у розпізнаванні зображень**

Згорткові нейронні мережі (CNN) відіграють вирішальну роль у вирішенні зазначених вище проблем. Його основні принципи черпали натхнення з нашої зорової кори.

CNN вносить зміни в режим роботи. На входи CNN не подаються повні числові значення зображення. Замість цього повне зображення ділиться на кілька невеликих наборів, кожен з яких виступає як зображення. Невеликий розмір фільтра ділить повне зображення на невеликі частини. Кожен набір нейронів підключений до невеликої ділянки зображення.

Потім ці зображення обробляються подібно до звичайного процесу нейронної мережі. Комп'ютер збирає візерунки щодо зображення, а результати зберігаються у форматі матриці.

Цей процес повторюється, доки системі не буде надіслано повне зображення в бітах. Результатом є велика матриця, що представляє різні шаблони, які система захопила із вхідного зображення.

Ця матриця знову знижується (зменшується розмір) за допомогою методу, відомого як Max-Pooling. Він витягує максимальні значення з кожної підматриці та створює матрицю набагато меншого розміру.



Ці значення представляють візерунок на зображенні. Ця сформована матриця надходить до нейронних мереж як вхід і вихід визначає ймовірність класів у зображенні.

Під час фази навчання різні рівні функцій визначаються та позначаються як низький, середній і високий. Функції низького рівня включають колір, лінії та контраст. Функції середнього рівня визначають краї та кути, тоді як функції високого рівня ідентифікують клас і конкретні форми чи секції.

Таким чином, CNN зменшує вимоги до обчислювальної потужності та дозволяє обробляти зображення великого розміру. Він чутливий до змін зображення, що може надавати результати з вищою точністю, ніж звичайні нейронні мережі.

### **Обмеження CNN**

Завдяки складній архітектурі можна передбачити об'єкти, обличчя на зображенні з точністю 95%, що перевищує людські можливості, тобто 94%. Однак, навіть незважаючи на його видатні можливості, існують певні обмеження у його використанні. Набори даних із мільярдом параметрів вимагають високого обчислювального навантаження, використання пам'яті та високої потужності обробки. Використання яких потребує належного обґрунтування.

Використання розпізнавання зображень:

– Безпілотники: безпілотники, оснащені можливостями розпізнавання зображень, можуть забезпечувати автоматичний моніторинг, перевірку та контроль активів, розташованих у віддалених районах, на основі зору.

– Виробництво: перевірка виробничих ліній, регулярна оцінка критичних точок у приміщенні. Контроль якості кінцевої продукції для зменшення браку. Оцінка стану працівників може допомогти виробничим галузям мати повний контроль за різними видами діяльності в системах.

– Автономні транспортні засоби: автономні транспортні засоби з розпізнаванням зображень можуть ідентифікувати дії на дорозі та вживати необхідних заходів. Міні-роботи можуть допомогти галузям логістики знаходити та транспортувати об'єкти з одного місця в інше. Він також зберігає базу даних з історією переміщення продукту, щоб запобігти його втрати або крадіжці.

– Військове спостереження: виявлення незвичайних дій у прикордонних районах і можливості автоматичного прийняття рішень можуть допомогти запобігти проникненню та врятувати життя солдатів.

– Діяльність у лісі: безпілотні літальні апарати можуть стежити за лісом, прогнозувати зміни, які можуть призвести до лісових пожеж, і запобігати браконьєрству. Він також може забезпечити повний моніторинг величезних земель, до яких люди не мають легкого доступу.

### **Розробка структурної схеми**

#### **Як працює розпізнавання зображень?**

#### **Використання традиційного комп'ютерного зору**

Звичайний підхід комп'ютерного бачення до розпізнавання зображень – це послідовність (конвеєр комп'ютерного бачення) фільтрації зображення, сегментації зображення, виділення ознак і класифікації на основі правил.

Однак розробка таких конвеєрів вимагає глибоких знань у обробці зображень і комп'ютерного бачення, багато часу на розробку та тестування з ручним налаштуванням параметрів. Загалом, традиційне комп'ютерне бачення та системи розпізнавання зображень на основі пікселів дуже обмежені, коли йдеться про масштабованість або можливість повторного використання їх у різних сценаріях/розташуваннях.

#### **Використання машинного та глибокого навчання**

Проте збалансувати продуктивність і ефективність обчислень досить складно. Апаратне та програмне забезпечення з моделями глибокого навчання мають бути ідеально узгоджені, щоб подолати проблеми з вартістю комп'ютерного зору.



Таким чином, можливість завжди використовувати найновіший алгоритм має прямі наслідки щодо витрат: найпотужніший і ефективний алгоритм потребує в рази дешевше обладнання або досягає в рази кращої продуктивності на еквівалентному обладнанні порівняно зі старими алгоритмами.

### **Платформа ШІ розпізнавання зображень**

Якщо ви не хочете починати з нуля та використовувати попередньо налаштовану інфраструктуру, ви можете перевірити нашу платформу комп'ютерного зору Viso Suite. Корпоративний пакет надає популярне програмне забезпечення для розпізнавання зображень із відкритим вихідним кодом із понад 60 найкращих попередньо навчених моделей. Він також забезпечує збір даних, маркування зображень і розгортання на периферійних пристроях – усе готове та з можливостями без використання коду. Ця платформа AI Vision дозволяє створювати та працювати з програмами в режимі реального часу, використовувати нейронні мережі для завдань розпізнавання зображень та інтегрувати все з існуючими системами.

### **Приклади області застосування розпізнавання зображень**

#### **Розпізнавання зображень для спостереження за тваринами**

Системи розпізнавання зображень сільськогосподарського машинного навчання використовують нові методи, навчені для визначення типу тварини та її дій. Програмне забезпечення для розпізнавання зображень штучного інтелекту використовується для моніторингу тварин у сільському господарстві, де худобу можна дистанційно контролювати для виявлення хвороб, виявлення аномалій, дотримання вказівок щодо добробуту тварин, промислової автоматизації тощо.

#### **Виявлення шаблонів і об'єктів**

Технології штучного інтелекту розпізнавання фотографій і розпізнавання відео корисні для ідентифікації людей, візерунків, логотипів, об'єктів, місць, кольорів і форм. Можливість налаштування розпізнавання зображень дозволяє використовувати його в поєднанні з кількома програмами. Наприклад, після того як програма розпізнавання зображень спеціалізується на виявленні людей у відеокадрі, її можна використовувати для підрахунку людей, популярної програми комп'ютерного зору в роздрібних магазинах.

#### **Розпізнавання пошуку зображень**

Типові програми розпізнавання зображень:

- Застосування №1: промислове розпізнавання зображень для виявлення дефектів і прогнозного аналізу на виробництві.
- Застосування №2: Автоматизоване виявлення вторгнень у розподілених системах безпеки та спостереження.
- Застосування №3: Системи розпізнавання зображень для аналізу корозії та виявлення витоків у нафті та газу.
- Застосування №4: програмне забезпечення для розпізнавання фотографій для виявлення шахрайства у сфері страхування.
- Застосування №5: підрахунок людей і аналіз натовпу в реальному часі в розумних містах.
- Застосування №6: Програма розпізнавання зображень для виявлення зброї (ножі, пістолети).

Структурна схема системи наведена на рисунку 1.

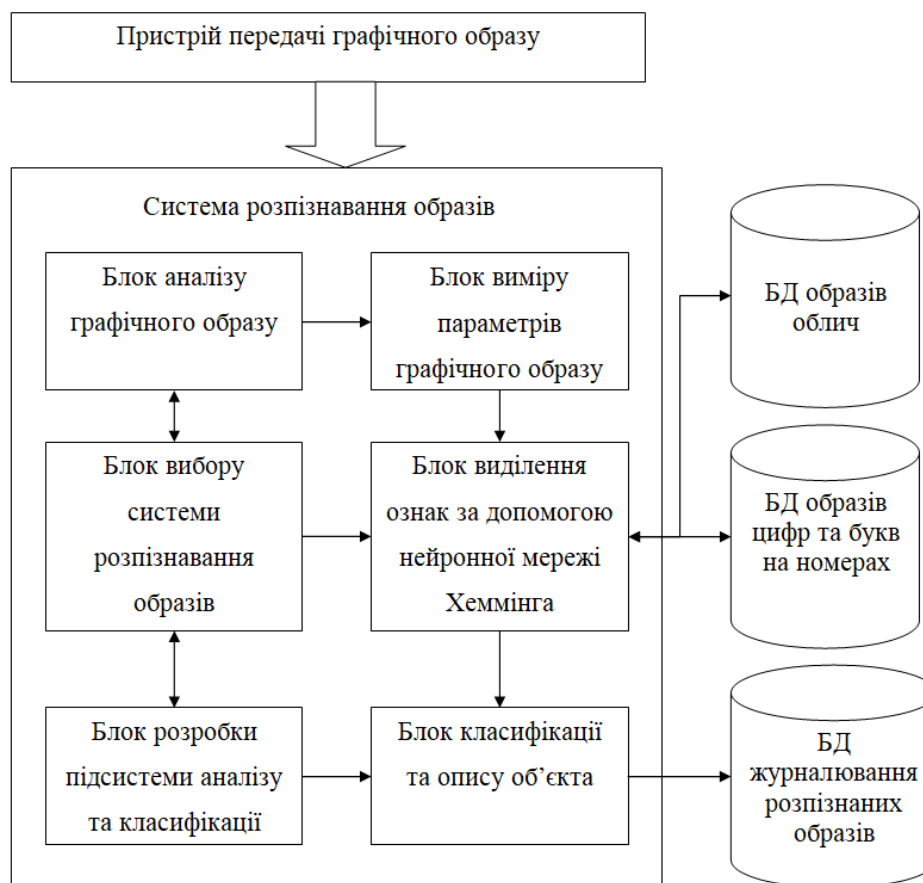


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга; Досліджена система розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Neskoriadiya, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskoriadiya, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» CEUR Workshop Proceedings, Volume 3187, 2022,
3. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». Sensors (Basel, Switzerland) Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
4. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using

- Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
6. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
  7. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
  8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
  9. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». Journal of theoretical and applied information technology Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
  10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». CEUR Workshop Proceedings Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
  11. О. Смірнов, Є. Деменко, О. Онікійчук, А. Арищенко, Л. Горбачова, «Формування псевдовипадкових послідовностей для приховування даних в зображеннях» Комп'ютерні науки та кібербезпека. № 4. С. 30-37. 2019.
  12. Смірнов О.А., Конопліцька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
  13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova, K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
  14. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139
  15. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральнотрапівський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.
  16. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Дреєв О.М. Мережні інформаційні технології. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 159 с.
  17. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дреєв О.М. Моделі системи нейромережових експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних системах. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 36-39.
  18. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дреєв О.М., Вялкова В.І. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.
  19. Смірнов О.А., Дреєв О.М. Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 2 (118). т.2. - Х.: ХУПС - 2014. - С. 64-67
  20. Смірнов О.А., Дреєв О.М. Порівняння бітових щільностей при використанні різних методів кодування інформації. Збірник тез VI міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми та перспективи розвитку IT-індустрії". м. Харків. 17-18 квітня 2014р. – Харків: ХНСУ. - 2014. - С. 240.
  21. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Кожанова А.С., Лєвошко О.Л., Константинова Л.В. Основи системного програмування. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 257с.
  22. Смірнов О.А., Дреєв О.М., Доренський О.П. «Дослідження впливу ступеня стиснення зображень на оперативність їх доставки у телекомунікаційній системі. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Випуск 8(115). – Х.: ХУПС – 2013. – С. 234-239.
  23. Смірнов О.А., Доренський О.П., Дреєв О.М. Аналіз процесів стиснення та відновлення зображень на основі цифрових методів. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Випуск 3(12). – Х.: ХУПС. – 2013. – С.122-127.
  24. Смірнов О.А., Мелешко Є.В., Семенов С.Г. Методи та засоби обробки сигналів і даних в інформаційних системах. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 250 с.
  25. Смірнов О.А., Євсєєв С.П., Жукарев В.Ю., Король О.Г., Сорокін В.Є., Мелешко Є.В. Технології і стандарти комп'ютерних мереж. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 454 с

УДК 004

Д.Шевченко, магістр гр. КН-22М-2,  
Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЕРЕТВОРЕННЯ МУЛЬТИМЕДІА ДАНИХ ІЗ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ЛОГІЧНО-СТРУКТУРНОГО ЗМІСТУ ДАНИХ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних. Об'єктом дослідження є процес перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних. Предметом дослідження є методи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних. Методи дослідження базуються на методах теорії інформації та кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Глибоке навчання революціонізувало світ комп'ютерного зору – здатність машин «бачити» та інтерпретувати навколишній світ. Зокрема, згорткові нейронні мережі (CNN) були розроблені для більш ефективної обробки даних зображення, ніж традиційні багатошарові перцептрони (MLP). Оскільки зображення містять послідовний шаблон, що охоплює кілька пікселів, обробка їх по одному пікселю за раз, як це роблять MLP, є неефективною. Ось чому CNN, які обробляють зображення у патчах або вікнах, тепер фактично є вибором для завдань обробки зображень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних.
- Дослідження системи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних.
- Програмна реалізація системи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних.

*Об'єктом дослідження* є процес перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних.

*Предметом дослідження* є методи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії інформації та кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** У цьому розділі ми напишемо про те, як нейронні мережі обробляють і розпізнають зображення. Нейронні мережі здатні вирішувати різноманітні проблеми із зображеннями. Наприклад, одними з найпопулярніших є класифікація зображень і виявлення об'єктів. Ми дослідимо, як нейронні мережі вирішують ці проблеми, пояснюючи процес і його механізми.

Спочатку ми представимо всі проблеми, а потім пояснимо кожен з них більш детально. Крім того, ми представимо кілька найпопулярніших програм і прикладів.

### **Нейронні мережі та зображення**

Нейронні мережі зробили революцію в області комп'ютерного зору, дозволивши машинам розпізнавати та аналізувати зображення. Вони стають все більш популярними завдяки своїй здатності вивчати складні моделі та особливості. Особливо згорткові нейронні мережі (CNN) є найпопулярнішим типом нейронної мережі, що використовується в обробці зображень.

Але також трансформатори зору (ViT) стають все більш популярними останнім часом завдяки революційним досягненням генеративних попередньо навчених трансформаторів (GPT) та інших архітектур на основі трансформаторів у обробці природної мови.

Загалом, нейронні мережі обробляють і розпізнають зображення різними способами. Це залежить від архітектури мережі та проблеми, яку ми повинні вирішити. Деякі з найпоширеніших проблем, які нейронні мережі вирішують із зображеннями, включають:

- Класифікація зображень – включає призначення мітки або категорії зображенню.

Наприклад, чи зображення містить kota чи собаку.

- Виявлення об'єктів – ідентифікація та виявлення об'єктів на зображенні.
- Сегментація зображення – передбачає перетворення зображення на набір областей пікселів, представлених маскою або позначеним зображенням.
- Генерація зображень – створення нових зображень на основі певних критеріїв або характеристик.

Є деякі інші проблеми, які нейронні мережі вирішують із зображеннями, включаючи підписи до зображень, відновлення зображення, виявлення орієнтирів, оцінку пози людини та передачу стилю, але ми не будемо розглядати їх у цій статті.

### **Класифікація зображень**

Класифікація зображень є найпопулярнішим завданням комп'ютерного зору, коли ми навчаємо нейронну мережу призначати мітку або категорію вхідному зображенню. Це можна зробити за допомогою різних методів, але найпоширенішими є згорткові нейронні мережі (CNN).

### **Згорткові нейронні мережі**

CNN складаються з кількох рівнів, включаючи згорткові шари, шари об'єднання та повністю з'єднані шари. Згорткові шари є серцем мережі та відповідають за вивчення функцій із вхідного зображення. Зокрема, вони застосовують ряд фільтрів до зображення, кожен з яких фіксує певний візерунок або функцію, наприклад краї, текстури або форми.

Наприклад, на зображенні нижче ми бачимо матрицю, до якої ми застосовуємо згортку за допомогою фільтра. Це означає, що фільтр проходить через всю матрицю, а між відповідними елементами матриці та фільтром застосовується поелементне множення. Після цього підсумовуємо результат цього поелементного множення в одне число:

Функція активації ReLU зазвичай використовується після згорткового рівня, за яким слідує рівень об'єднання. Рівень об'єднання застосовує фільтри так само, як шар згортки, але обчислює лише максимальний або середній елемент замість згортки. На зображенні нижче ми можемо побачити приклад згорткового шару, ReLU та максимального об'єднання:

### **Популярні архітектури CNN**

Протягом багатьох років було розроблено кілька архітектур CNN, кожна зі своїми унікальними функціями та перевагами. Деякі з найпопулярніших:

- VGG16.
- InceptionNet.



- ResNets.
- NFNets.
- EfficientNets та інші.

### **Трансформери зору**

Ключова ідея трансформаторів зору полягає в застосуванні архітектури трансформатора, спочатку розробленої для завдань обробки природної мови, до завдань обробки зображень. Архітектура трансформатора складається з механізмів самоконтролю, які дозволяють моделі звертати увагу на різні частини вхідної послідовності під час прогнозування.

При обробці зображень вхідними даними для моделі трансформатора є послідовність фрагментів зображення, а не все зображення. Потім ці патчі обробляються серією трансформаторних блоків, що дозволяє моделі отримувати локальну та глобальну інформацію:

Трансформери Vision досягли найсучаснішої продуктивності на тестових наборах даних, включаючи ImageNet і COCO. Однак вони зазвичай вимагають значно більше обчислювальних ресурсів, ніж традиційні CNN, що може зробити їх менш практичними для певних програм.

### **Виявлення об'єктів**

Виявлення об'єктів – це виявлення об'єктів у зображенні чи відео шляхом призначення мітки класу та рамки обмеження. Наприклад, він приймає зображення як вхідні дані та генерує одну або кілька обмежувальних рамок, до кожної з яких додається мітка класу.

Виявлення об'єктів – це поєднання двох завдань:

- Локалізація об'єкта.
- Класифікація зображень.

Алгоритми локалізації об'єкта визначають розташування об'єкта на зображенні та вказують його положення, малюючи рамку навколо нього. Ці алгоритми приймають зображення, що містить один або кілька об'єктів, як вхідні дані та визначають розташування об'єктів, вказуючи положення, висоту та ширину обмежувальних рамок:

### **Виявлення об'єктів за допомогою нейронних мереж**

Подібно до класифікації зображень, CNN зазвичай використовуються для цього завдання. Ми можемо навчити CNN на наборі даних позначених зображень, кожне з яких має обмежувальні рамки та мітки класів, що ідентифікують об'єкти на зображенні. Під час навчання мережа вчиться ідентифікувати та класифікувати об'єкти на зображенні та знаходити їх за допомогою обмежувальних рамок.

Найпопулярнішими архітектурами нейронної мережі для виявлення об'єктів є:

- Ти дивишся лише раз (YOLO).
- Регіональні згорткові нейронні мережі (R-CNN, Fast R-CNN тощо).
- Одиночний детектор (SSD).
- Retina-Net.

### **Ти дивишся лише раз (YOLO)**

YOLO – одна з найпопулярніших архітектур нейронної мережі та алгоритмів виявлення об'єктів. Алгоритм YOLO розбиває вхідне зображення на сітку та передбачає обмежувальні прямокутники та ймовірності класу для кожної комірки сітки. Він передбачає ймовірність класу та розташування кількох об'єктів за один прохід через мережу, що робить його швидшим і ефективнішим, ніж інші алгоритми виявлення об'єктів.

Щоб відфільтрувати обмежувальні рамки, що перекриваються, і вибрати найточнішу, використовується техніка, яка називається немаксимальним придушенням. Немаксимальне придушення працює шляхом вибору обмежувальної рамки з найвищим показником достовірності. Після цього він видаляє будь-які інші поля, які перекриваються з ним більш ніж на певний поріг:

YOLO має кілька версій, кожна з яких покращує попередню. Більше інформації про алгоритми YOLO можна знайти в нашій статті тут.

### **Сегментація зображення**

Нейронні мережі є популярним інструментом для сегментації зображень, і існує кілька типів сегментації зображень, які ми можемо виконати за допомогою нейронних мереж. Деякі з найпоширеніших типів сегментації зображень за допомогою нейронних мереж:

- Семантична сегментація.
- Сегментація екземпляра.
- Виявлення межі.
- Паноптична сегментація.

### **Семантична сегментація**

Семантична сегментація включає призначення мітки класу кожному пікселю зображення. По суті, це означає, що якщо на зображенні є два або більше об'єктів одного класу, семантична сегментація поверне єдину маску, що включає всі об'єкти одного класу:

Нейронні мережі можуть виконувати семантичну сегментацію, навчивши їх виводити маску сегментації, яка призначає мітку класу кожному пікселю зображення. CNN є найпоширенішою нейронною мережею для вирішення семантичної сегментації. Деякі з популярних архітектур:

- SegNet.
- U-Net.
- DeepLab.

### **Сегментація екземпляра**

Окрім семантичної сегментації, сегментація екземплярів може розрізнити різні екземпляри одного класу. Нейронні мережі можуть виконувати сегментацію екземплярів, виводячи маску сегментації, яка призначає мітки класу та екземпляра кожному пікселю зображення.

Зокрема, мережа навчена виявляти та розрізнити кілька екземплярів об'єктів на зображенні:

Деякі з популярних архітектур, наприклад, сегментація:

- Маска R-CNN.
- MaskLab.
- TensorMask.

### **Виявлення меж**

Виявлення меж – це процес визначення країв або меж об'єктів на зображенні. Нейронні мережі можуть виконувати виявлення меж, навчаючи їх виводити двійкову маску, яка підсвічує межі об'єктів на зображенні. Кілька архітектур виявлення меж працюють добре, зокрема:

- ResUNet.
- Маска R-CNN.
- Швидше виявлення краю CNN.

### **Паноптична сегментація**

Підводячи підсумок, паноптична сегментація – це комбінація семантичної та екземплярної сегментації. Це означає, що цей підхід розділяє зображення на окремі об'єкти або речі (сегментація екземплярів) і аморфний фон або області речей (семантична сегментація).

Ми можемо виконати панорамну сегментацію за допомогою нейронних мереж, навчивши їх виводити маску сегментації, яка включає як екземпляри об'єктів, так і області речей. Деякі з найбільш перспективних моделей:

- Мережі піраміди панорамних функцій.
- Ефективний PS.

## Генерація зображення

Нейронні мережі мають можливість генерувати реалістичні зображення, вивчаючи великий набір даних зображень. Генерація зображень за допомогою нейронних мереж є складним процесом, який передбачає моделювання розподілу ймовірностей вхідних зображень і створення нових зображень, які відповідають цьому розподілу. Є кілька архітектур нейронної мережі, які ми можемо використовувати для створення зображень:

- Генеративні змагальні мережі (GAN).
- Варіаційні автокодери (VAE).
- Авторегресійні моделі.

Крім того, існують деякі гібридні рішення, такі як DALL-E, створені OpenAI.

### Генеративні змагальні мережі (GAN)

GAN – це популярна архітектура для створення зображень, яка включає дві нейронні мережі: генератор і дискримінація. Генератор вчиться генерувати зображення з вектора випадкового шуму, подібні до реальних зображень у наборі даних. У той же час дискримінація вчиться розрізняти реальне і згенероване зображення. Шляхом проб і помилок генератор вчиться генерувати зображення, які вводять дискримінацію в оману, в результаті чого генеруються реалістичні зображення:

### Варіаційні автокодери (VAE)

VAE – це нейронні мережі, які складаються з двох частин: кодера та декодера. Мережа кодера відображає вхідне зображення на низьковимірний вектор прихованого простору. Після цього мережа декодера генерує нове зображення з цього вектора. Відбираючи точки з латентного простору, VAE може генерувати нові зображення, подібні до вхідних зображень:

### Авторегресійні моделі

Авторегресійні моделі генерують зображення піксель за пікселем, використовуючи розподіл ймовірностей кожного пікселя з урахуванням попередніх пікселів як орієнтир. Вони можуть створювати високоякісні зображення, але можуть бути обчислювально дорогими та трудомісткими. Для створення зображень можна використовувати кілька типів авторегресійних моделей, зокрема PixelCNN і PixelRNN.

### DALL-E

DALL-E – це архітектура нейронної мережі, розроблена OpenAI, яка може генерувати зображення з текстових описів. Поточна версія, DALL-E 2, в основному складається з двох частин: Prior і Decoder. Prior перетворює введений текст у вектор вбудовування зображення. Після цього Decoder бере цей вектор і генерує зображення.

### Висновок

У цій статті ми представили широкий огляд того, як нейронні мережі обробляють і розпізнають зображення за допомогою різних програм. Загалом можна розділити ці мережі на два основних типи:

- На основі згортки.
- На основі трансформатора.

Немає конкретної відповіді на те, як нейронні мережі розпізнають зображення. Кожна архітектура нейронної мережі має свої особливі частини, які відрізняють їх. Крім того, нейронні мережі в кожній програмі комп'ютерного зору мають деякі унікальні функції та компоненти.

Pix2pix складається з мережі генератора U-Net і мережі дискримінації PatchGAN, яка приймає NxN фрагментів зображення, щоб передбачити, справжнє воно чи підробка, на відміну від традиційних моделей GAN. Автори стверджують, що такий дискримінація накладає більше обмежень, які сприяють різкій високочастотній деталізації. Нижче наведено приклади результатів, отриманих за допомогою моделі pix2pix у завданнях «зображення на карту» та «Карта на зображення».

Ера інформаційних технологій, у якій ми живемо, зробила візуальні дані широко доступними. Однак для їх передачі через Інтернет або для таких цілей, як вилучення інформації, прогнозне моделювання тощо, потрібна значна обробка.

Розвиток технології глибокого навчання породив моделі CNN, які були спеціально останні дослідження зосереджені на зменшенні потреби в базових мітках істинності для таких складних завдань, як виявлення об'єктів, семантична сегментація тощо, за допомогою таких концепцій, як напівконтрольоване навчання та самоконтрольоване навчання, що робить моделі більш придатними для широкого практичного застосування.

Конвертер, зручний для редагування зображень і швидкої зміни форматів зображень.

Конвертує з наступних форматів:

- BMP, JPG, GIF, PNG, TIFF, ICO, PSD.
- Додаткові формати, у тому числі які зустрічаються рідко й застарілі.
- Метафайли Windows®: EMF, WMF.
- Формати PostScript: PDF, EPS, PS, AI, EPI.
- Неопрацьовані RAW фотографії із цифрових камер: CRW, CR2, DNG, DCR, NEF, RAW, RAF, X3F, ORF, SRF, MRW, BAY, PEF.

Зберігає в наступні формати:

- JPG, GIF, PNG, TIFF, PDF, BMP, ICO, EMF.
- 20 додаткових графічних форматів.

Пакетна обробка зображень:

– Редагування: поворот, зміна розміру й пропорцій зображення, розмиття, різкість, заміна кольору.

– Фотокорекція: RGB, HLS, HSV, гістограма, криві, яскравість, контраст, усунення ефекту червоних очей.

– Ефекти: рамки, підпису, декорації, фільтри, підтримка плагінів photoshop®.

Додаткові функції:

- Пакетна обробка зображень.
- Підтримка багатосторінкових файлів.
- Створення зменшених копій зображень.
- Розширені налаштування для перейменування файлів.
- Налаштування прозорості кольору.
- Підтримка CCITT стисків.
- Передача EXIF, IPTC інформації й альфа-каналу.
- Робота в багатозадачному режимі.
- Конвертація з контекстного меню.
- Убудований планувальник.
- Робота з командного рядка.

Структурна схема системи, яка зображена на рисунку 1, складається з наступних блоків.

1. Блок алгоритмів перетворень різних форматів.
2. Блок конвертації форматів – призначений для конвертації графічних файлів з одного формату у інший.
3. Блок графічного стиску даних – призначений для стиснення даних, отриманих зі сканера, у графічний файл.
4. Блок перетворених даних – призначений для реалізації іншого алгоритму стиску даних, ніж той, що був, до конвертації.
5. Блок отримання даних:
  - Отримання даних з файлу у графічному форматі.
  - Отримання даних зі сканера або цифрового фотоапарату.
6. Блок обробки зображення – призначений для обробки зображення, тобто являє собою невеликий графічний редактор.

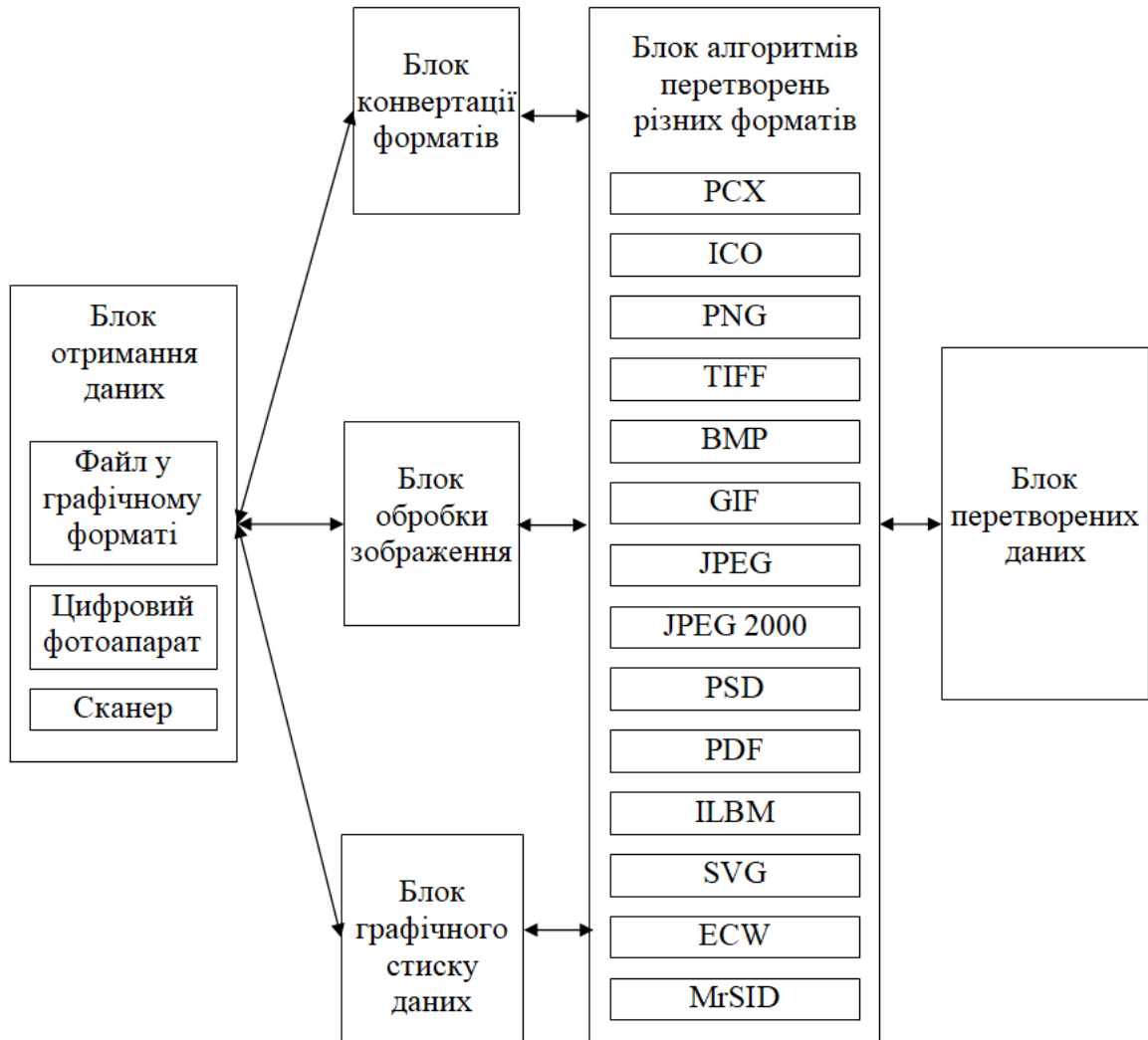


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних; Досліджена система перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) - 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
2. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering



- functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
  4. Smirnov O., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346.
  5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
  6. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
  7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». *2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
  8. Smirnov O., Kuznetsov A., Pushkar'ov A., Serhiienko R., Babenko V., Kuznetsova T., «Representation of Cascade Codes in the Frequency Domain». In: Radivilova T., Ageyev D., Kryvinska N. (eds) *Data-Centric Business and Applications. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 48. Springer, Cham. 2021. pp 557-587.
  9. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
  10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
  11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
  12. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, стр. 315-327.
  13. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
  14. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
  15. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
  16. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». *CEUR Workshop Proceedings*, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
  17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», *2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019*, P. 395-399.
  18. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», *2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS)*, Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
  19. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2353, *CEUR Workshop Proceedings* 2019, Pages 618-629.
  20. Smirnov A.A., Kuznetsov A.A., Danilenko D.A., Berezovsky A., «The statistical analysis of a network traffic for the intrusion detection and prevention systems», *Telecommunications and Radio Engineering*. – Volume 74, Issue 1. – Begel House Inc. – 2015. – P. 61-78.
  21. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New Technique for Hiding Data in Cover Images Using Adaptively Generated Pseudorandom Sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2732, 2020, Pages 214-227.

УДК 004

**О.Щерба, магістр гр. КІ-22М-1,***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЛІЄНТА ЕЛЕКТРОННОЇ ПОШТИ ПІД ОС ANDROID

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи клієнта електронної пошти під ОС Android. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи клієнта електронної пошти під ОС Android. Об'єктом дослідження є процес клієнта електронної пошти під ОС Android. Предметом дослідження є методи клієнта електронної пошти під ОС Android. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи клієнта електронної пошти під ОС Android. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Мабуть, самим затребуваним сервісом у мобільному телефоні є електронна пошта. Це можливість залишатися на зв'язку із друзями й колегами. Пошта в смартфоні дозволяє вивчити переписку у дорозі або у випадках, коли під рукою немає робітника комп'ютера або ноутбука. Можна вивчити документ, відправити свої зауваження й все це в маленькому кишеньковому пристрої.

Поштові аккаунти відіграють величезну роль у повсякденному житті сучасних інтернет-користувачів. Без прив'язки облікового запису до електронного ящика практично неможливо зареєструватися в жодному з популярних у Мережі сервісів.

Як і більшість програмних продуктів, вони, звичайно, мають цілком робочі стоківі аналоги від виробників пристроїв. Однак у більшості випадків налаштування й прив'язка декількох аккаунтів в убудованих поштових клієнтів реалізована незручно.

То необхідно окремо прописувати сервера вхідних і вихідних повідомлень, то обов'язково потрібно ввести ідентифікатор порту. Та й сама робота з ними найчастіше сполучена з набором труднощів – від нелогічної автоматизації процесу синхронізації до цілком прозаїчної появи зайвих папок. Результат – плутанина з робочими листами. Тими ж недоліками страждають і послуги збору повідомлень із різних аккаунтів, які пропонують самі поштові сервіси.

Тому якщо на комп'ютерах часи поштових клієнтів проходять, то на смартфонах, планшетах і комунікаторах вони ще можуть послужити доброю службою своїм власникам.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи клієнта електронної пошти під ОС android.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи клієнта електронної пошти під ОС Android.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем клієнта електронної пошти під ОС Android.
- Дослідження системи клієнта електронної пошти під ОС Android.
- Програмна реалізація системи клієнта електронної пошти під ОС Android.

*Об'єктом дослідження* є процес клієнта електронної пошти під ОС Android.

*Предметом дослідження* є методи клієнта електронної пошти під ОС Android.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Більшість із нас керує своїм життям із електронної скриньки. Тож має сенс, що нам часто доводиться писати поспішну відповідь або стежити за переповненою папкою вхідних повідомлень на наших телефонах. Але правильний додаток електронної пошти для Android може зробити це набагато простіше.

Звичайно, існують сотні програм електронної пошти для Android, і процесу вибору однієї може бути достатньо, щоб утримати вас від пошуку найкращої програми для вашого стилю керування вхідними.

Тому для цієї статті я перевіряв кілька десятків найпопулярніших варіантів і знайшов шість, які мене вразили найбільше. Це найкращі програми електронної пошти для Android.

### **Найкращі програми електронної пошти для Android**

- Gmail для користувачів Google.
- Outlook для користувачів Microsoft.
- Spark для найкращого загального варіанту.
- Spike для електронної пошти в стилі чату.
- Proton Mail для конфіденційності.
- Shortwave додаток електронної пошти зі штучним інтелектом.

### **Що робить програму електронної пошти найкращою для Android?**

Окрім зручного для Android макета, ось що я шукав під час тестування цих програм електронної пошти для Android:

–**Універсальне керування вхідними.** Електронна пошта – це не універсальна робота: деякі люди покладаються на автоматичні фільтри, деякі використовують жести, щоб швидко переглядати свої папки вхідних повідомлень, а деякі хочуть, щоб бот AI зробив це за них. Для того, щоб програма електронної пошти керувала папкою "Вхідні", життєво важливо адаптуватися до звичок, що розвиваються.

–**Підтримка кількох облікових записів.** Поштовий клієнт Android має підтримувати принаймні один обліковий запис у безкоштовній версії та кілька облікових записів і постачальників електронної пошти в будь-якому платному плані.

–**Синхронізація між платформами.** Іноді для складних завдань потрібен більший екран. Найкращі програми електронної пошти для Android також повинні мати веб-версію або версію для комп'ютера.

–**Додаткові функції.** Ми можемо використати всю можливу допомогу, щоб приборкати перевантаження електронною поштою. Все, що полегшувало або покращувало роботу, як-от помічник зі штучним інтелектом або просто розумна утиліта для впорядкування вхідних повідомлень, отримувало бонусні бали.

Програми електронної пошти – це вже не просто нескінченні канали спілкування. У дорозі ми робимо з ними багато іншого: від організації даних проекту до переходу між кількома робочими та особистими обліковими записами та відстеження квитанцій. Подивіться на мої добірки, а потім спробуйте ті, які здаються найкращими для вас.

### **Gmail**

#### **Переваги Gmail:**

- Зручний ресурс для телефонів Android.
- Плавна інтеграція з іншими сервісами Google.
- Багато приємних штрихів, як-от конфіденційний режим і помічник із написання AI.

#### **Недоліки Gmail:**

- Розумні відповіді непослідовні.
- Він ділиться пам'яттю з іншими службами Google.

Навіть якщо ви думаєте, що знаєте все про Gmail, або якщо ви читаєте цю статтю, щоб знайти альтернативу їй, є багато причин зупинитися на безкоштовній програмі електронної пошти від Google (і за замовчуванням для Android), особливо якщо ви є користувачем Google.

Якщо Gmail є вашим постачальником послуг електронної пошти, ваші ланцюжки буде автоматично організовано в окремі розділи (наприклад, Основні, Соцмережі, Рекламні кампанії). Ви також можете створювати власні категорії, як-от групувати повідомлення за певними ключовими словами чи відправниками, і програма буде сортувати їх у спеціальних папках, коли вони надходять. Крім того, тісна інтеграція Gmail з іншими програмами Google, як-от Meet і Docs, і той факт, що її обслуговують люди, які створили ваш телефон, не тільки означає, що це найбільш зручний варіант, але й робить його найкращим варіантом для користувачів Google.

Ще одна особливість програми Gmail полягає в тому, наскільки акуратно вона мінімізує безлад на екрані, незважаючи на наявність ряду професійних інструментів. Він показує вкладення, наприклад, як кнопки під час попереднього перегляду повідомлення. Для перемикання між декількома обліковими записами потрібно просто провести пальцем вниз по зображенню профілю.

Однією з функцій, про яку часто не помічають, є конфіденційний режим Gmail, який дозволяє користувачам встановлювати дату закінчення терміну дії повідомлення, захищати електронну пошту паролем SMS або скасовувати доступ до повідомлень у будь-який час. Є також «підштовхування», які періодично нагадують вам, скільки часу минуло відтоді, як ви спілкувалися з одержувачем, і пропонують надіслати наступне повідомлення. Ви також можете відкладати та планувати свої електронні листи.

Штучні функції Gmail також стають у пригоді під час малювання на телефоні. Він може створити електронний лист з нуля з короткого запиту (у бета-версії, на момент написання) і запропонувати вам пару швидких запропонованих відповідей під кожним повідомленням. Проте я повинен визнати, що запропоновані відповіді можуть бути непоганими, і вони часто занадто короткі, щоб бути корисними. Відповідно до одного запропонованого стратегічного плану, наприклад, однією з його відповідей було просто "ОК!" Категорії розумних вхідних повідомлень також можна покращити, оскільки їхні фільтри іноді не працюють належним чином, і в кінцевому підсумку важливі електронні листи заповнюються неправильно.

Ви можете зробити ще більше з Gmail, підключивши його до тисяч програм через Zapier. Автоматично відповідайте на потенційні клієнти, зберігайте вкладені файли у своєму хмарному сховищі та будь-що інше, про що ви мрієте. Дізнайтеся більше про те, як автоматизувати Gmail, або почніть роботу з одним із цих робочих процесів. (І майте на увазі, що якщо ви використовуєте Gmail як серверну частину, незалежно від того, яку програму електронної пошти ви використовуєте на своєму Android, ці автоматизації працюватимуть.)

## **Outlook**

### **Переваги Outlook:**

- Вбудована інтеграція з програмами Microsoft 365.
- Багатофункціональний календар.
- Надійна розумна організація вхідних повідомлень.

### **Недоліки Outlook:**

- Реклама в додатку в безкоштовній версії.
- У безкоштовній версії немає автоматизованих функцій ШІ.

Будь-хто, хто уникав програми Outlook для Android, вважаючи, що вона буде переповненою та складною, буде радий знати: це точно не так. Мобільна версія – одна з найпростіших програм електронної пошти для Android, які мені доводилося зустрічати – багата композиція повідомлень (можна навіть накреслити), система вхідних повідомлень і потужні параметри пошуку – все це дуже просто у використанні. І якщо значна частина ваших електронних листів стосується вашого календаря, вбудована інтеграція Outlook ідеальна.

Одним із моїх улюблених інструментів Outlook є ярлик *доступності надсилання* у вікні *нового повідомлення*. Торкнувшись його, ви відкриєте свій календар і запропонує вибрати дати та час, щоб поділитися з одержувачем електронної пошти. А коли він

відповідь із зазначенням бажаного часу, ви можете натиснути «*Перетворити на подію*», щоб швидко створити запрошення в календарі.

Крім того, програма Outlook швидка, сучасна та пропонує продумані функції. Перейдіть на спеціальну вкладку «*Цікові вхідні*». Він дізнається, які електронні листи важливі для вас, а решту зберігає в розділі «*Інше*». Ви можете додатково відфільтрувати його на основі критеріїв, наприклад, чи є у них вкладення або чи хтось спеціально позначив вас у ланцюжку. Особливо для користувачів Microsoft Outlook діє як центр, і ви можете отримати доступ до всіх своїх файлів, календарів і документів в одному місці.

Моя найбільша суперечка щодо додатка полягає в тому, що реклама в безкоштовній версії здається начебто агресивною. Вони часто розміщуються у верхній частині вашої папки "Вхідні", де має бути ваш перший електронний лист, тому інколи, коли я натискав, щоб відкрити повідомлення, замість нього з'являлося оголошення. Не ідеальний.

Outlook також інтегрується з Zapier, тож ви можете зв'язати його з іншими програмами, які використовуєте, щоб автоматично додавати події як завдання або копіювати події в інший календар. І так само, як у випадку з Gmail, якщо ви використовуєте Outlook як серверну частину, ви можете використовувати цю автоматизацію в будь-якій програмі електронної пошти. Дізнайтеся більше про те, як автоматизувати Outlook, або почніть роботу з одним із цих шаблонів.

### **Додайте події Microsoft Outlook до Календаря Google Spark Mail**

#### **Переваги Spark Mail:**

– Унікальні інтелектуальні функції вхідних повідомлень, наприклад контроль над воротами.

- Чистий, багатофункціональний дизайн.
- Великі можливості персоналізації.

#### **Недоліки Spark Mail:**

- У безкоштовному плані немає функцій ШІ.

Назвати Spark Mail майстром на всі руки – нічого не сказати. Він не тільки має майже всі інструменти, які вам знадобляться для боротьби з перевантаженням папки "Вхідні", але й добре їх виконує. Незалежно від того, як ви надсилаєте електронну пошту, швидше за все, ви почуватиметеся як удома з цією програмою.

Центральна частина Spark Mail – розумна скринька вхідних повідомлень. Моя улюблена частина? Ви можете вибрати доступ до нього за замовчуванням, щоб нові відправники потребували вашого дозволу, перш ніж вони зможуть розсилати спам у вашу поштову скриньку; відомих відправників буде автоматично поміщено вгору.

Ще однією особливістю є набір вбудованих розділів для несуттєвих повідомлень, таких як інформаційні бюлетені, рекламні акції та сповіщення. Мені не знадобилося багато часу, щоб зрозуміти потенціал цих стандартних варіантів дизайну. Це зберігало мою папку «Вхідні» більшу частину часу чистим від сміття та дозволяло мені зосередитися на важливих електронних листах від людей, з якими я часто спілкуюся.

Персоналізація Spark також була бажаним доповненням. Я міг би, наприклад, вибрати, які кнопки відображатимуться у вікні *створення*, замість того, щоб звикати до тих, які постачаються в програмі. Крім того, він інтегрується з близько десятка сторонніх служб, таких як Trello, Asana та OneNote, тож ви можете імпортувати зовнішні дані безпосередньо у свої електронні листи.

### **Spike**

#### **Переваги Spike:**

- Унікальний інтерфейс у стилі чату.
- Довгі ланцюжки електронних листів легше стежити.

#### **Недоліки спайку:**

- Інтерфейс стає захаращеним кількома обліковими записами.
- Безкоштовна версія включає лише 1 ГБ пам'яті.



Спайк робить листування електронною поштою схожим на текстове повідомлення. Він перетворює вашу папку "Вхідні" на інтерфейс у стилі чату, де повідомлення групуються за людьми. Кілька додатків пропонують такий досвід, але я вважаю, що Spike найбільш інтуїтивно зрозумілий із усіх.

Незважаючи на те, що все ще є можливість повернутися до традиційного макета електронної пошти, я виявив, що майже завжди дотримуюся структури обміну миттєвими повідомленнями. Причина проста: слідувати довгому ланцюжку електронних листів може швидко стати неможливим. Оскільки Spike викладає його більш читабельним способом, легше переглядати незліченну кількість непрочитаних повідомлень і відповідати, не турбуючись про макет тексту та формат. Інтелектуальна папка «*Пріоритетні вхідні*» також добре справляється з виявленням важливих електронних листів і відкладенням небажаних повідомлень/квитанцій. Я також оцінив закріплене місце для нотаток і завдань, що ідеально підходить для тих, хто ефективно керує своїм життям зі своєї папки "Вхідні".

На додаток до можливості легкого прикріплення файлів або фотографій, Spike має інтеграцію для обміну файлами з хмарних облікових записів (Google Drive, Dropbox, OneDrive), малювання та надсилання дудлів, пошуку та вставки GIF-файлів і створення аудіозаписів. І те, що цей додаток електронної пошти для Android більше схожий на WhatsApp, ніж на Outlook, не означає, що ви не можете використовувати його для професійного спілкування. Від сповіщень про прочитання до синхронізації календаря, він має багато варіантів, які спрощують ваш зв'язок із роботою. А одержувачі й надалі бачитимуть ваші електронні листи традиційним способом.

Однак сміливий дизайн Спайка не ідеальний. Коли я додав другий обліковий запис електронної пошти, наприклад, усе стало дещо заплутаним – не завжди було зрозуміло, з якого облікового запису надходять повідомлення. Макет, подібний до чату, краще працює для одержувачів, які встановили чітке зображення профілю, оскільки для відображення повних імен залишається небагато місця.

**Висока ціна:** безкоштовна версія включає 1 електронну адресу, необмежену кількість нотаток, відеодзвінки 1:1, 1 ГБ пам'яті та 30 МБ для завантаження файлів; платні плани починаються від 5 доларів США на місяць (плата виставляється щорічно) за об'єднану скриньку вхідних повідомлень із 3 адресами електронної пошти, 5 учасниками на відеодзвінок, 5 ГБ пам'яті, завантаження файлів розміром до 100 МБ і пріоритетну підтримку.

### **Proton Mail**

#### **Переваги Proton Mail:**

- Наскрізне шифрування.
- Надійний захист конфіденційності, наприклад блокування трекера.
- Чистий і зручний інтерфейс.

#### **Недоліки Proton Mail:**

- Потрібна електронна адреса Proton Mail.
- Немає форматування тексту в додатку Android.

Програми електронної пошти зберігають частину, якщо не більшість, вашої конфіденційної інформації, як-от ваші фінанси, робочі дані та особисті обміни. Хоча більшість клієнтів папки "Вхідні" мають засоби захисту, жоден із них не пропонує такого рівня контролю, як у Proton Mail. Це єдина програма, яка шифрує ваші електронні листи з моменту, коли ви натискаєте «Надіслати», до моменту, коли одержувач розшифровує повідомлення, тобто навіть сам Proton не може прочитати ваші повідомлення. Крім того, Proton Mail пропонує низку надійних пільг безпеки, включаючи блокувальники трекерів і захищені паролем електронні листи.

Крім конфіденційності, Proton Mail – надзвичайно проста у використанні та візуально приваблива платформа. Наприклад, він вміло використовує кольори для виділення важливих сигналів, як-от пріоритетних електронних листів, без шкоди для читабельності. Від

написання та читання повідомлень до пошуку та впорядкування папки "Вхідні" Proton Mail ніколи не пропонує вікно з більш ніж п'ятьма кнопками.

Його чіткий інтерфейс створення електронної пошти має текстові поля для *Кому*, *Темі* та тіла повідомлення, а також кнопки для захисту паролем, терміну дії повідомлення та вкладення файлів. Три текстові поля, три функції – ось і все. Недоліком цього є те, що ви не знайдете стандартних варіантів форматування тексту на Android.

Однак більшою перешкодою для впровадження Proton є те, що він підтримує лише свого внутрішнього постачальника електронної пошти. Отже, єдиний спосіб використовувати обліковий запис Gmail або Outlook – налаштувати автоматичне пересилання всієї вашої кореспонденції.

**Ціни на Proton Mail** : безкоштовна версія включає 1 електронну адресу, 1 Гб пам'яті, 150 повідомлень на день, 1 календар і 1 середньошвидкісне VPN-з'єднання; платні облікові записи від 12,99 доларів США на місяць за 500 Гб пам'яті, 15 адрес електронної пошти, необмежену кількість повідомлень, 20 календарів і 10 високошвидкісних VPN-з'єднань.

### **Shortwave**

#### **Переваги Shortwave:**

- Продумані функції ШІ.
- Продуктивний розумний макет папки "Вхідні".

#### **Недоліки Shortwave:**

- Додаток для Android виглядає менш досконалим, ніж інші.
- Безкоштовний план обмежує історію пошуку електронної пошти.

Shortwave виглядає та працює як неіснуюча програма Inbox від Google. Його інтелектуальна папка «Вхідні» сканує вашу папку «Вхідні» на наявність схожих електронних листів і групує їх у вбудовані розділи, що згортаються. Але на відміну від інших програм, це не обмежується низькопріоритетними електронними листами, як-от інформаційні бюлетені. Ви можете вибрати будь-які два або більше повідомлень і перекинути їх одне на одне, щоб створити критерії нового розділу, і Shortwave у майбутньому автоматично групуватиме їх убік.

Короткохвильова служба в основному обертається навколо перегляду електронних листів як справ. Ви можете миттєво перетворити будь-яке повідомлення на завдання та перемістити його на спеціальну вкладку в програмі.

Однак головна перевага Shortwave полягає в тому, наскільки глибоко штучний інтелект електронної пошти переплетений із її досвідом. Створюєте нове завдання з електронного листа? Помічник ШІ порекомендує назву завдання. Не хочете самостійно шукати в папці "Вхідні"? Скажіть помічнику, що ви шукаєте, і він зробить це за вас.

І мій улюблений робочий процес короткохвильового штучного інтелекту полягає в тому, щоб його вбудований чат-бот аналізував мої електронні листи. Наприклад, плануючи подорож, я просто попросив його скласти для мене маршрут. Він використав пару електронних листів із бронюванням і розмови з другом, щоб скласти план, який мені потрібно було лише трохи змінити. Але штучний інтелект Shortwave може вийти за рамки простих робочих процесів, таких як планування відпустки. Він може планувати зустрічі для вас на основі робочих тем, підсумовувати електронні листи та пропонувати повноцінні автоматично створені текстові відповіді.

Єдина скарга, яку я маю, полягає в тому, що він сумісний лише з папками вхідних повідомлень Gmail, а його додаток для Android може здатися менш досконалим, ніж інші, але це не вплинуло на його надійність.

**Ціни на Shortwave:** безкоштовний план Shortwave пропонує обмежені функції ШІ та 90 днів історії електронних листів із можливістю пошуку. Розблокування решти його функцій коштуватиме вам 7 доларів США на місяць.

#### **Який найкращий поштовий клієнт для Android?**

Перш ніж вибрати найкращу електронну пошту для Android, вам потрібно зрозуміти свої звички електронної пошти. Ви використовуєте свою папку "Вхідні" як список справ і

потребує організації (короткохвильовий зв'язок)? Ви використовуєте його переважно для планування та інтеграції календаря цінностей (Outlook)? Ви цінуєте безпеку понад усе (Proton Mail)?

Коли ви ставите собі ці та інші запитання, пам'ятайте, що ваші відповіді можуть відрізнятись, коли ви шукаєте програми для мобільних пристроїв, ніж ваші настільні чи веб-програми. Спробуйте поміркувати, що вам подобається в інших програмах для мобільного зв'язку (згадайте, програми для обміну повідомленнями), і виберіть поштовий клієнт для Android із подібними перевагами.

### **Android**

#### **Material Design**

Яскравий і чуйний дизайн операційної системи ідеально сполучається з інтуїтивним користувацьким інтерфейсом на всіх ваших пристроях. Колірне оформлення завдяки Material Design стало більше реалістичним завдяки світловим ефектам, тіням і новим квітам. Більше раціональне використання всього екрана й нові шрифти дозволяють детально концентруватися на важливих аспектах, не відволікаючись на дріб'язку.

#### **Повідомлення**

В Android реалізований абсолютно новий спосіб взаємодії з повідомленнями. Тепер всю систему можна налаштувати таким чином, що повідомлення будуть надходити лише в той момент, коли це зручно власникові пристрою. У цілому ж їхнє використання вийшло на абсолютно новий рівень. По-перше, справа отут у згадані вище можливостях, пов'язаних з локскріном. По-друге, в ОС з'явився особливий режим, що зветься Priority mode. Суть його полягає в тому, що користувач вибирає групу додатків і користувачів, від яких він хоче одержувати повідомлення під час роботи цього режиму. Всі інші повідомлення блокуються. По-третє, є сенс ще раз відзначити повідомлення, які з'являються поверх інших додатків – це дуже зручно й практично.

#### **Час роботи**

Android може похвастатися відразу декількома нововведеннями, які пов'язані із зарядкою й часом роботи. По-перше, це новий енергозберігаючий режим, що повинен забезпечити до 90 хвилин додаткового часу. По-друге, вказівка часу, що залишилося до повної зарядки акумулятора. По-третє, зразкове брешемо, через яке акумулятор буде виряджений повністю (відображається в налаштуваннях батареї).

#### **Безпека**

Убезпечити Android пристрій тепер можна за допомогою фічі Android Smart Lock. Суть її полягає в тому, що розблокування смартфона або планшета здійснюються за допомогою обраного пристрою, що підключається по Bluetooth (смарт-годинник або приладова панель автомобіля). Крім того, в Android відбувається автоматичне шифрування даних. Додатковий захист від шкідливих додатків забезпечує SELinux.

#### **Новий доступ до пристроїв**

В Android за замовчуванням реалізований вилучений доступ до пристроїв. Якщо ви забули свій смартфон будинку, то для доступу до контенту, який зберігається на ньому, досить скористатися іншим пристроєм з версією ОС Android 5.0. Для цього потрібно просто ввійти зі свого аккаунта. Також в ОС є доступ для гостей.

#### **Нові швидкі налаштування**

Швидкі налаштування тепер запускаються за допомогою двох свайпов долілиць. Нові функції: спалах, точка доступу, положення екрана, налаштування трансляції на великий екран. Крім того, включати/виключати різні налаштування тепер набагато зручніше.

#### **Підключення**

Тепер при перемиканні від WiFi до мобільного Інтернету не відбувається ніяких збоїв. Підключення здійснюється тільки до перевірених WiFi мережам, а пошук Bluetooth пристроїв став менш енергозатратним.

**Продуктивність**

З Android повною мірою реалізоване нове середовище виконання додатків ART. Завдяки цьому у випадку з деякими додатками відзначається чотириразовий ріст продуктивності. Крім того, ОС підтримує 64-бітні процесори (ARM, x86, і MIPS).

**Медіа**

У новій версії ОС зменшилася затримка відтворення. Крім того, з'явилася підтримка USB аудіопристроїв і багатоканального відтворення. Що стосується графіки, те завдяки OpenGL ES 1 Android стає в один ряд з комп'ютерами й ігровими консолями. Не обійшлося й без нововведень в області фото й відео, але вони менш значні.

**OK Google**

Команда "OK Google" працює тепер і на екрані блокування.

**Android TV**

Новий інтерфейс краще адаптований під великий екран. Крім цього в Android TV є голосовий пошук для Google Play, YouTube і деяких інших додатків (список буде розширюватися).

**Опції безпеки для Android**

Нові опції безпеки для Android – це Smart Lock, шифрування пристрою й SELinux. Smart Lock дозволяє знімати блокування з екрана пристрою при підключенні до зазначених Bluetooth і NFC пристроїв. Крім того, надбудова містить у собі поліпшене розблокування за допомогою фронтальної камери й селфшотів, а також можливість залишати на локскріні тільки повідомлення. Що стосується шифрування пристрою, те цей процес вийшов на абсолютно новий рівень. Справа в тому, що на кожному пристрої шифрування відбувається по унікальному алгоритмі, що істотно утрудняє доступ зловмисників до користувальницьких даних. Якщо ж говорити про SELinux, то основне нововведення отут – це режим SELinux Enforcing, що виконується для всіх додатків на пристрої з Lollipop. Чи досить цього, щоб забезпечити надійний захист для Android смартфонів і планшетів? Ділимося думками в коментарях.

**Нові принципи роботи з SD картами для Android**

Розроблювачі дуже довго чекали цього моменту, і от він настав: в Android додатки повному взаємодіють не тільки з різними розділами пристрою, але й зі знімними SD картами. Користувач може призначити папку, що зберігається на SD карті, що буде перебувати в повнім розпорядженні додатка. Це дозволить додатку створювати, зберігати, змінювати й видаляти файли, що зберігаються в цій папці. Такий доступ може бути відкритий до всієї карти, а також до будь-якої іншої папки, що зберігається на пристрої. Це помітно спростить роботу з додатками й дозволить уніфікувати зберігання різного контенту. Розроблювачам же прийде оновити свої додатки, щоб вони могли працювати по новому алгоритмі.

**Видалення передвстановлених додатків**

В Android зміниться похід до передвстановлених оператором додаткам. Вся справа в тому, що на даний момент їх можна лише приховувати, але так як всі вони розміщені в системному розділі, то видалити їх можна, одержавши root-права. З новою версією операційної системи Android цей принцип повинен істотно помінятися. По-перше, всі додатки, які оператор звичайно ставить на смартфон (від 5 до 20), будуть установлені після того, як користувач активує SIM-карту цього оператора. Так як встановлені вони будуть не в системний розділ, те всі непотрібні додатки можна буде оперативно видалити.

Готове відновлення до Android для смартфонів і планшетів Nexus.

**10 основних проблем Android і їхнього рішення**

На жаль, крім великої кількості приємних доповнень і нововведень в Android існують і численні помилки. Усього основних проблем у новій версії ОС, і далі ми розповімо про те, як їх усунути.

**Помилка Missing system.img**

Перша проблема, з якої можна зштовхнутися при переході на Android – це помилка, що інформує користувача про те, що файл system.img не знайдений. Зштовхнутися з даною

проблемою можна лише в тому випадку, якщо ви встановлюєте нову версію операційної системи вручну. Щоб неї вирішити, необхідно встановити всі файли окремо, а не у вигляді єдиного flash-all.bat файлу.

#### **Проблеми з підключення до WiFi**

Повністю усунути помилку вдасться тільки розроблювачам разом із черговим відновленням операційної системи. Користувачам же залишається постійно зіштовхуватися із цією проблемою. Щоб підключитися до WiFi, не дивлячись на помилку, потрібно:

- включити/виключити режим польоту;
- спробувати повторно перепідключитися до мережі;
- перезавантажити смартфон;
- перезавантажити роутер;
- перемкнутися між смугами WiFi.

#### **Проблеми з батареєю**

Так як Android доводиться встановлювати поверх існуючої ОС, те це може привести до появи таких проблем, як надмірне енергоспоживання. Щоб усунути цю помилку, пристрій необхідно відкотити до заводських налаштувань. Попередньо не забудьте створити резервні копії всіх важливих файлів і даних.

#### **Проблеми з відтворенням відео**

Деякі користувачі Nexus скаржаться на проблеми з відтворенням відео. Помилка актуальна не тільки для YouTube, але й для багатьох інших додатків. Рішень у цієї проблеми трохи, але їхня ефективність варіюється. По-перше, можна почистити кеш додатка, що видає помилку. По-друге, додаток можна переустановити. По-третє, можна зробити відкіт до заводських налаштувань. Як і у випадку з попередньою проблемою, не забудьте створити важливі бекапи.

#### **Проблеми з OTA відновленнями**

Поки проблеми з OTA відновленнями виникали лише у власників Nexus. Але не виключено, що дана помилка може вразити й інші пристрої. У цій ситуації рішення всього два: установити офіційні відновлення вручну або дочекатися, поки розроблювачі вирішать проблему.

#### **Проблеми зі спалахом**

Іноді використання спалаху приводить до блокування камери й, властиво, самого спалаху. Отут може допомогти тільки перезавантаження. Проблема існує ще з версії ОС, що була випущена спеціально для розроблювачів, але ніхто так і не вирішив її.

#### **Відсутність беззвучного режиму, Power меню й прокручування тексту повідомлень**

На жаль, все це нововведення, а не помилка. Чомусь творці Android вирішили відмовитися від цих зручних особливостей. Сподіваємося, що тимчасово.

#### **Проблеми з установкою OTA на модифікованих пристроях**

Звичайно ж, ця особливість характерна й всім іншим версія ОС Android. Google не хоче, щоб користувачі масово модифікували свої смартфони й планшети, тому для установки OTA відновлень вам доведеться знову повернутися до всіх заводських обмежень.

#### **Проблеми з перемиканням між додатками**

В Android з'явився новий спосіб перемикання між додатками, в основі якого лежить використання карток. У деяких користувачів виникають різні проблеми, вирішити які не допомагає навіть перезавантаження. Якщо раптом ви теж зіштовхнулися із чимсь подібним, то знайте, що проблема може бути вирішена тільки разом із черговим відновленням.

#### **Проблема із вкладками Chrome**

У новій версії ОС вкладки Chrome відображаються разом з недавніми додатками. Це не помилка, а особливість Android, яку можна дуже просто виправити, повернувши звичний інтерфейс: у налаштуваннях браузера потрібно відключити опцію, що відповідає за об'єднання вкладок з додатками.



### Розробка структурної схеми

Структурна схема розробленого, у ході виконання дипломного проектування, програмного забезпечення зображена на рисунку 1.

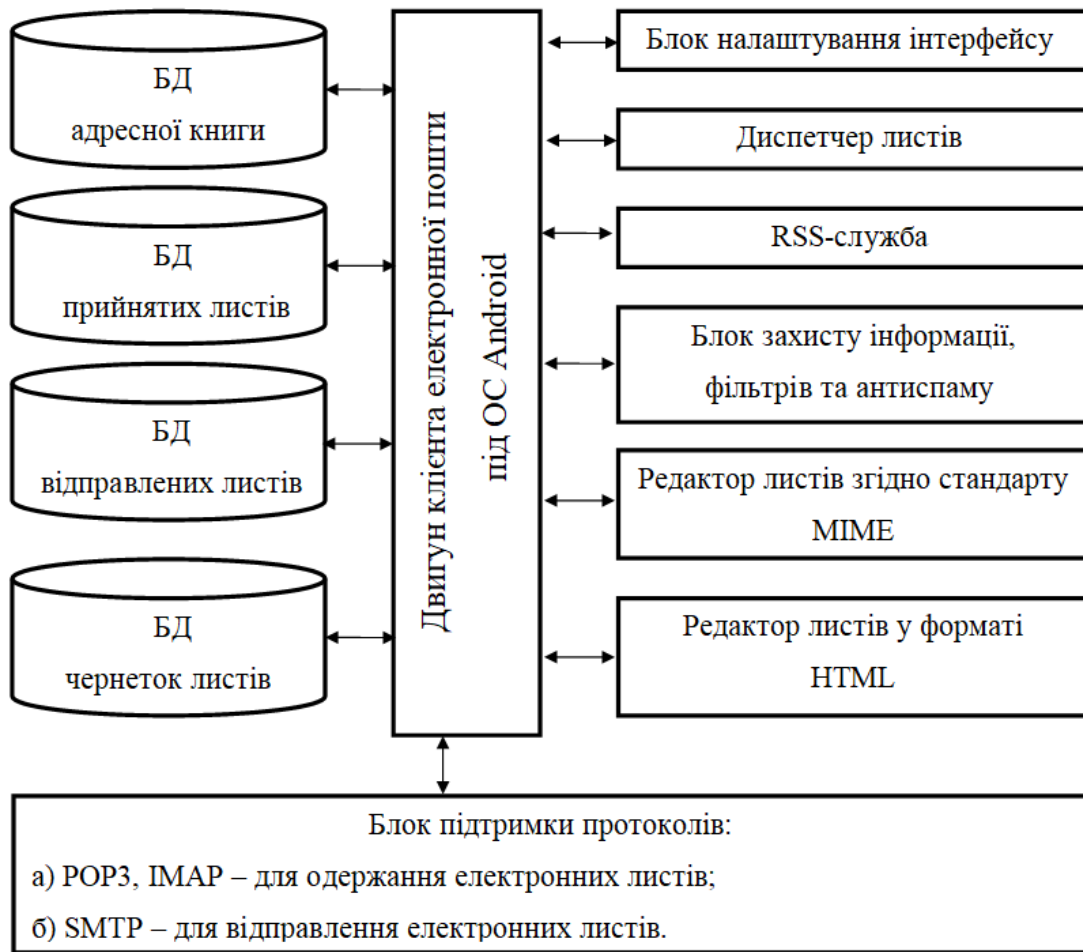


Рисунок 1 – Структурна схема розробленої системи

Програмне забезпечення поштового клієнту складається з наступних структурних блоків:

– Двигун поштового клієнту системи електронного документообігу по протоколам POP3 та SMTP – основне ядро на якому будується поштовий клієнт.

– Блок підтримки протоколів:

а) POP3, IMAP – для одержання електронних листів;

б) SMTP – для відправлення електронних листів.

– БД адресної книги – призначена для зберігання адрес куди відправлені листи, та звідкіля отримані листи.

– БД прийнятих листів – призначена для зберігання листів надісланих користувачеві поштового клієнта.

– БД відправлених листів – призначена для зберігання листів відправлених користувачем поштового клієнта.

– Блок авторизації та автентифікації – призначений для здійснення входу до поштової скриньки згідно логіну та паролю.

– Блок захисту інформації, фільтрів та антиспаму – призначений для забезпечення конфіденційного електронного документообігу по протоколам POP3 та SMTP та захисту від спаму, тобто листів усіякої реклами, які не потрібні користувачу поштової скриньки.

– Диспетчер листів – призначений для управління отриманими, написаними, відправленими листами та чернеток листів.

- БД чернеток листів – призначена для зберігання чернеток листів написаних користувачем поштового клієнта;
- Редактор листів у форматі HTML – призначений для написання та редагування текстових листів у вигляді HTML.
- Редактор листів згідно стандарту MIME – призначений для написання та редагування листів у вигляді тексту, картинок, та інших прикріплених до листа файлів.
- Блок налаштування інтерфейсу – призначений для індивідуального налаштування інтерфейсу під конкретного користувача.
- RSS-служба – призначена для реалізації служби новин, як поштового клієнта так і глобальних.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів клієнта електронної пошти під ОС Android. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем клієнта електронної пошти під ОС Android; Досліджена система клієнта електронної пошти під ОС Android; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи клієнта електронної пошти під ОС Android. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання клієнта електронної пошти під ОС Android. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

1. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
2. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
3. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2020. – 294 с.
4. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у Кібербезпека та інформаційні технології: монографія. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
5. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
6. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В. Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф. 2019. – 264 с.
7. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova, K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
8. Смірнов О.А., Дреєва Г.М. Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі. Монографія: Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139
9. Дреєва Г.М., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Метод генерування фрактальноподібної числової послідовності на основі скінченного автомату для моделювання трафіку у мережі. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.
10. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
11. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К. Метод формування антивірусного захисту даних з використанням безпечної маршрутизації метаданих. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. – Том 3 № 3. – Київ: КУ ім. Бориса Грінченка. – 2019. – С. 63-87.
12. Смірнов О.А., Гнатюк С.О., Кавун С.В., Терейковський І.А., Жмурко Т.О., Смірнов С.А., Коваленко А.С. Основи безпеки в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кропивницький: вид. Лисенко В.Ф.

2018. – 177 с.

13. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
14. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Алгоритми формування безлічі маршрутів передачі метаданих у антивірусні хмарні системи. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 5 (142). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 148-152.
15. Смірнов О.А., Смірнов С.А. Дідик А.К., Дреєв О.М. Моделі системи нейромережових експертів безпечної маршрутизації у хмарних антивірусних системах. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 36-39.
16. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К., Дреєв А.М. Спосіб контролю ліній зв'язку телекомунікаційної системи антивірусу. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). – Харків: ХУПС. - 2016. - С. 121-127.
17. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Дідик А.К. Метод безпечної маршрутизації метаданих у хмарні антивірусні системи. Системи озброєння та військова техніка. - Випуск 2 (46) - Х.: ХУПС - 2016. - С. 146-149.
18. Смірнов О.А., Кавун С.В., Доренський О.П., Вялкова В.І. Інформаційна безпека в комп'ютерних мережах. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 151 с.
19. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Дреєв О.М. Мережні інформаційні технології. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 159 с.
20. Смірнов О.А., Кавун С.В., Коваленко О.В., Доренський О.П., Дреєв О.М., Вялкова В.І. Комп'ютерні мережі. Навчальний посібник – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 233 с.
21. Смірнов О.А., Стасєв Ю.В. Бараннік В.В. Захист інформації в автоматизованих системах управління. Навчальний посібник – Харків: ХУПС, 2015. – 264 с.
22. Смірнов О.А., Мелешко Є.В., Семенов С.Г. Методи та засоби обробки сигналів і даних в інформаційних системах. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 250 с.
23. Смірнов О.А., Євсєєв С.П., Жукарев В.Ю., Король О.Г., Сорокін В.Є., Мелешко Є.В. Технології і стандарти комп'ютерних мереж. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 454 с

УДК 004

**Я.Якубенко, магістр гр. КН-22МЗ,**  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СИНТЕЗУ ТА АНАЛІЗУ QR-КОДІВ НА МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ ПІД ОС ANDROID

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android. Об'єктом дослідження є процес синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android. Предметом дослідження є методи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** QR-код – квадратна картинка в яку закодована якась інформація.

Є багато речей, які можна сказати про QR-коди, а саме:

- кілька режимів кодування;
- режим кодування ECI;
- кодування символів кандзі;
- оптимізація даних;
- мікро QR-коди;
- читання QR-кодів у браузері.

Все це розглянемо далі у даній роботі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи синтезу та аналізу qr-кодів на мобільних пристроях під ОС Android.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android.
- Дослідження системи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android.
- Програмна реалізація системи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android.

*Об'єктом дослідження* є процес синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android.

*Предметом дослідження* є методи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android.

*Методи дослідження* базуються на методах теорії кодування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо існуючі програми для зчитування QR-кодів.

### **Безпечний зчитувач QR-кодів TrendMicro**

Якщо ви шукаєте програму для сканування QR-коду, яка надає пріоритет безпеці, Safe QR Reader від TrendMicro стане чудовим вибором. Доступний як для iOS, так і для Android, це чудовий інструмент для пристроїв, керованих через рішення iOS MDM.

Оскільки ця програма розроблена провідною компанією з кібербезпеки, ви отримуйте такий самий захист під час сканування QR-коду, як і для інших веб-дій. Ви можете фільтрувати рівень безпеки для веб-загроз і повідомляти про підозрілий веб-сайт із програми.

У додатку для iOS сканер QR-коду зручно розміщено у верхньому правому куті, що є зручним вибором, оскільки програма не є спеціальним сканером QR-коду. Якщо натиснути це вперше, запитується дозвіл камери, без перерв для сканування після цього.

Його версія Google Play – це спеціальний сканер QR-кодів без інших антивірусних функцій, які захаращують додаток iOS. Ви також отримуйте історію сканування та можливість сканувати зображення QR-коду з галереї, чого немає в програмі iOS.

Додаток може не мати багатьох додаткових функцій, таких як штрих-код, PDF, інше сканування, заміна браузерів, історія сканування тощо. Але коли йдеться про основну роботу – забезпечення безпечного сканування QR-коду – він добре блокує шкідливі QR-коди.

Ось кілька причин, чому ми вважаємо TrendMicro однією з найбезпечніших програм для сканування QR-кодів для Android та iOS:

1. Пропонує перевірки безпеки, які гарантують, що QR-код не веде до небезпечного посилання чи шкідливого вмісту – як на iOS, так і на Android
2. Схематичні веб-сайти блокуються та повідомляються миттєво. Він в основному діє як антивірус для QR-кодів!
3. Він зберігає історію всіх сканувань QR-кодів, зроблених у програмі (Android).
4. У ньому немає надокучливої реклами та не продається реклама третім сторонам, що робить його ідеальним додатком для людей, які піклуються про дані

Програма доступна в Apple App Store як «Trend Micro Mobile Security» і в Google Play як «QR Scanner».

### **Сканер QR і штрих-кодів від Gamma Play**

Ця програма від Gamma Play, яка має понад 500 мільйонів завантажень (у Google Play) і 2,66 мільйонів відгуків, є одним із найпопулярніших сканерів QR-кодів, доступних для iOS та Android.

Це справжній, простий додаток для сканування QR-коду, який ми можемо завантажити (на iPhone), запустити та відразу відсканувати QR-код! Те саме стосується програми для Android.

Однією з особливостей програми для Android, яка мене вразила, є те, що вона щоразу робить зображення QR-коду, який ви скануєте. Програма для iOS не має цієї функції.

Ось деякі інші функції, які я помітив під час гри з програмою в обох ОС:

1. Він зберігає історію всіх минулих сканувань. Корисно, якщо ви хочете повторно переглянути посилання, яке ви сканували з продукту
2. Після кожного сканування програма автоматично визначає відповідні дії та пропонує швидкі клацання, щоб перейти за URL-адресою, зберегти контактну інформацію або зателефонувати за номером телефону VoIP
3. Ви можете сканувати зображення QR-коду, які зберігаються в галереї вашого телефону
4. Деякі користувачі високо оцінили програму за швидкість сканування QR-коду (менше однієї секунди)



Додаток для iOS має менше функцій, орієнтованих на взаємодію з користувачем, таких як вібрація під час сканування та дотик для фокусування. Люди Android отримують їх поширення.

### **QR Code Reader від TeaCapps**

QR Code Reader від TeaCapps є одним із найвищих рейтингів програм у Apple App Store (4,7/13 000 відгуків) і Google Play (4,4/2,8 млн відгуків). Інтерфейс користувача простий. Є регульована рамка камери, яку можна стиснути, щоб зменшити або збільшити зону фокусування сканера – це корисно під час сканування QR-кодів у людних місцях.

Основні функції безкоштовні, але ви можете заплатити своїм часом, щоб розблокувати деякі розширені функції, як-от підтвердження сканування вручну, за допомогою перегляду реклами – іноді багатьох із них.

Ось деякі функції, які мені сподобалися під час випробування:

1. Консервально ставиться до дозволів додатків і вимагає лише камери та доступу до подальших URL-адрес із QR-кодів, що є хорошою ознакою
2. Пропонує необмежену історію сканування та допомагає легко керувати нею
3. Ви можете експортувати історію сканування як файл CSV або зберегти її у своєму хмарному сховищі
4. Існує функція масштабування, яка допомагає зосередитися на скануванні здалеку

Під час тестування я помітив, що програма має елегантний і простий дизайн UI/UX і працює точно так, як рекламується, за винятком випадкової реклами. Звичайно, ви можете спробувати версію без реклами для зручнішого використання.

### **QR & Barcode Reader від QR SCAN Team**

Простий і функціональний, команда QR SCAN створила безкоштовний додаток без будь-яких умов. У програмі все безкоштовно, від копіювання в буфер обміну до розширених функцій, таких як пакетне сканування та спеціальні дії.

Це ідеальний додаток для додаткової конфіденційності даних, оскільки розробники не надають даних для продажу реклами.

Додаток містить необхідні функції для сканування, перемикання ліхтарика, повороту камери, перегляду історії тощо прямо під інтерфейсом камери. Як правило, параметри Android приховані в меню гамбургера, і для доступу до них потрібне додаткове клацання, що є бажаним кроком.

На основі моїх спостережень, ось деякі з функцій, які я вважаю корисними:

1. Ви можете вимкнути миттєве переспрямування після сканування, запобігаючи автоматичному потраплянню на веб-сторінку (безкоштовно)
2. Простий у використанні з елегантним дизайном для телефону та планшета (багато користувачів також сказали це у відгуках)
3. Історія сканування детальна, сканування класифіковані відповідно до типу вмісту, доступ до якого отримано після сканування
4. Додаток ефективно використовує акумулятор телефону
5. Ви також можете читати зображення JPEG за допомогою сканера

### **Simple QR-сканер**

Програма для сканування QR-кодів від Simple Design має приємний інтерфейс користувача та чудову анімацію сканування. Опція для перемикання ліхтарика зручно розташована у верхньому правому куті, а лівий займає кнопка доступу до галереї. Однак це майже все.

Ви отримуєте деякі параметри для покращення роботи зі скануванням, як-от налаштування історії та програм, як-от вибір пошукової системи за умовчанням. Ця програма не має додаткових функцій, таких як експорт, зображення відсканованого QR-коду, пакетне сканування та ручне підтвердження переспрямування.

Зосередження на основних функціях також допомагає програмі мати невеликий обсяг пам'яті. Ось деякі інші спостереження:

1. Ви отримуєте масштабування, щоб ловити невеликі або віддалені QR-коди без зусиль
2. Має параметр користувацького пошуку, який допомагає додавати веб-сайти до пошуку за QR-кодом
3. Ви можете вибрати зображення з QR-кодом у своїй галереї, щоб отримати дані в програмі
4. Ви можете включити ліхтарик для безперервного сканування QR-коду в темряві

### **QR Reader для iPhone від TapMedia**

Якщо вам потрібна програма для сканування QR-кодів, спеціально створена для iPhone, це саме те. Він також має високу оцінку 4,7 (4500 відгуків).

Після оновлення ця програма поширюється на PDF-файли, візитні картки та сканери головоломок (усі з швидкими жестами гортання).

Інтерфейс простий із параметрами доступу до програми «Фотографії», ліхтарика та камери, розташованих у верхній частині інтерфейсу для легкого доступу. Ви також можете переглянути історію сканування, клацнувши спадне меню.

Меню налаштувань є вичерпним, що дає вам детальний контроль над сценаріями сканування та постсканування. Наприклад, ви можете вмикати/вимикати сканування NFC-тегів (якщо ваш iPhone це підтримує), масштабування камери (якщо ви хочете автоматично), чудову лазерну анімацію під час сканування, вібрацію для вказівки на успішне сканування тощо.

Окрім оптимізації для iOS, я помітив ще кілька ключових функцій:

1. Він може ефективно сканувати різні типи QR-кодів і штрих-кодів
2. Він має функцію сканування бази даних для надсилання QR-кодів і штрих-кодів на сервер або API
3. Він оснащений стандартними функціями безпеки для забезпечення більшої безпеки.

Однак якщо ви завантажуєте програму, шукаючи базовий сканер QR-коду для iPhone, вичерпні параметри можуть заплутати вас або просто залишитися невикористаними, якщо ви заплатите за це.

### **Зчитувач QR-кодів від Mixerbox**

Ще один сканер QR-кодів для iPhone створений для того, що він називається. Єдиним доповненням є те, що він дуже швидкий для сканування, як він стверджує. Навіть якщо QR-код видно десь поблизу інтерфейсу камери, він сканується (але не перенаправляється, якщо ви не зробите це вручну).

Інтерфейс простий, лише п'ять опцій: доступ до галереї, ліхтарика, історії та налаштувань програми. Натискання налаштувань програми також не заплутає вас; він має лише чотири варіанти, з яких ви, ймовірно, скористаєтеся поширеними запитаннями та статусом підписки. Це майже все про сканер QR-кодів Mixer Box.

Ось деякі інші спостереження:

1. Підтримує понад 15 типів форматів штрих-кодів 1D і 2D з високою швидкістю сканування
2. Чудові функції озвучення, які підходять для щоденного використання

Ми рекомендуємо використовувати Secure QR Reader від TrendMicro для Android і Trend Micro Mobile Security на iPhone як найкращі програми QR Scanner у 2024 році для iOS та Android. Згідно з нашим оглядом, ця програма надає перевагу безпеці над додатковими функціями, водночас забезпечуючи мінімум, необхідний для якісного сканування QR-коду.

Найкращим міжплатформним додатком для сканування QR-кодів із найкращим набором доданих функцій є QR & Barcode Scanner від Gamma Play.

### **Який найкращий додаток для сканування QR-кодів для iPhone та Android?**

Серед найкращих безкоштовних програм для сканування QR-кодів для iPhone та Android:

1. Захищений зчитувач QR-кодів від TrendMicro.

2. QR і зчитувач штрих-кодів від Gamma Play.
3. Зчитувач QR-кодів від TeaCapps.
4. QR і зчитувач штрих-кодів від QR SCAN Team.
5. Простий дизайн QR-сканера.
6. QR Reader для iPhone від TapMedia.
7. Зчитувач QR-кодів від MixerBox.

#### **Чи можна відсканувати QR-код без програми?**

Так, ви можете, якщо на вашому мобільному пристрої встановлено Android версії 9 і новішої або iOS версії 11 і новішої. Однак, якщо у вас немає мобільного пристрою, ось кілька способів сканування QR-коду без програми:

1. Онлайн-декодер: якщо вам потрібно відсканувати QR-код на екрані комп'ютера, але під рукою немає мобільного пристрою, скористайтеся онлайн-декодером. ZXing Decoder Online є одним із найкращих доступних.

2. Декодер QR-коду веб-камери: QR-коди можна сканувати за допомогою веб-камери, щоб розшифрувати їх. Спробуйте такі програми, як WebQR, щоб почати сканування.

3. Оптичні сканери QR-кодів: ці сканери є альтернативою додаткам QR-кодів. Це портативні або стаціонарні оптичні сканери. Ви можете використовувати їх для масового сканування QR-кодів, наприклад тих, що використовуються для продажу квитків і виставлення рахунків, які потрібно підключити до комп'ютерного програмного забезпечення для запуску.

#### **Чи є в моєму телефоні QR-сканер?**

Для сканування QR-коду потрібен мобільний пристрій. Більшість мобільних пристроїв мають вбудований сканер QR-коду в камеру.

Щоб перевірити, чи є у вашому телефоні вбудований сканер QR-коду, відкрийте камеру та наведіть її на QR-код. Якщо QR-код спрямовує вас на веб-сторінку, що містить деталі QR-коду, або відображає банер, у вашому телефоні є сканер QR-коду.

Якщо ні, вам потрібно встановити програму для сканування QR-коду.

#### **Як я можу сканувати QR-код за допомогою свого телефону?**

Відкрийте камеру на своєму мобільному пристрої та розмістіть телефон так, щоб QR-код з'явився у цифровому видошукачі. Натисніть підказку, яка з'явиться на екрані, щоб запустити QR-код.

Ви повинні встановити програму для сканування QR-коду, якщо ваш телефон не підтримує сканування QR-коду. Ми рекомендуємо Safe QR Reader від TrendMicro, QR Reader від TeaCapps і QR & Barcode Scanner від Gamma Play.

#### **Чи потрібна програма для сканування QR-коду?**

Вам не потрібно завантажувати програму стороннього розробника, якщо на вашому мобільному пристрої встановлено iOS 11 і новіших версій або Android 9 і новіших версій. Замість цього ви можете використовувати QR-сканер, вбудований у рідну камеру мобільного пристрою.

Якщо ваш мобільний пристрій не підтримує операційну систему, інсталюйте програму для сканування QR-кодів, наприклад Safe QR Reader від TrendMicro або сканер QR і штрих-кодів від Gamma Play на телефонах iOS і Android.

#### **Як відсканувати QR-код зі скріншота або зображення на телефоні?**

Якщо на вашому мобільному пристрої встановлено найновішу операційну систему, ви можете відсканувати QR-код зі знімка екрана або зображення на телефоні за допомогою Google Lens.

Щоб відсканувати QR-код за допомогою Google Lens, запустіть опцію Lens на своєму мобільному пристрої, щоб отримати доступ до вмісту QR-коду. Дізнайтеся більше про це тут.

#### **Опис QR-кодів**

QR-коди містять дані, це чесно сказати. Тип даних можна вибрати, але, звичайно, це визначає максимальний обсяг інформації, яку можна зберегти:

- номери (до 7089);
- алфавітно-цифровий (цифри, великі літери, купа символів: ~65% дорожче цифр);
- байти (лише 8 біт символів у кодуванні Latin-1, ~140% дорожче);
- кандзі (~290% дорожче).

Не дивно, що кандзі є одним із основних наборів символів, оскільки QR-коди були розроблені Denso Wave, японською компанією з автоматизації.

Насправді в останніх версіях є й інші режими кодування, але, як згадувалося раніше, поки що ми зосередимося на 8-бітних байтах. І, зрештою, QR-код – це набір бітів, тож якщо ви хочете закодувати свою інформацію як забажаєте, ви можете.

Крім того, QR-коди також можуть *перемикатися* в інший режим кодування в середині своїх даних, але ми поки не будемо розглядати цей випадок.

### Розміри

QR-коди завжди квадратні, але їх розміри різняться. Розмір визначається незвичайним терміном «версія», так що версія 1 має розмір  $21 \times 21$  пікселів, тоді як версія 40 (найбільша) має розмір  $177 \times 177$  пікселів. QR-код на 1 версію більший на 4 пікселі ширший і вищий, тому розмір становить  $(17 + \text{версія} * 4)$  пікселів.

Крім того, ми повинні називати їх не пікселями, а скоріше «модулями» (знову незвично, але, можливо, щось було втрачено в перекладі з японської).

Оскільки більші QR-коди складніше декодувати (і обчислювально дорожче), мета полягає в тому, щоб використовувати найменшу можливу «версію» для того обсягу даних, який ми хочемо зберегти.

Більші QR-коди розділяють свої дані на кілька блоків (до 81).

### Виправлення помилок

Кожен QR-код містить «модулі» виправлення помилок – і ні, ми не можемо видалити їх, щоб збільшити доступний простір. Але ми можемо вибрати один з 4 рівнів виправлення помилок.

Таблиця 1 – Рівні виправлення помилок

Рівень	лист	Відновлення даних
Низький	Л	~7%
Середній	М	~15%
Квартиль	Q	~25%
Високий	Х	~30%

Вищим виправленням помилок можна зловживати для створення QR-кодів, частково покритих логотипами та зображеннями, але їх можна прочитати завдяки виправленню помилок.

### Фіксовані шаблони

Багато хто з нас може з першого погляду розпізнати, що таке QR-код, і це завдяки деяким загальним характеристикам:

- це квадратні зображення;
- вони чорно-білі або принаймні двох кольорів, дуже віддалених у спектрі яскравості (тому замість цього ми називатимемо їх «темними» та «світлими»);
- вони складаються з сітки квадратних точок;
- вони мають деякі легко впізнавані візерунки навколо фотографій.

Щодо останнього, сенс легкого розпізнавання саме тому, чому вони були розроблені таким чином: давайте пам'ятаємо, що QR (= Швидка відповідь) коди були розроблені для використання промисловими автоматизованими машинами.

Ці моделі:

- **шаблони шукача:**  $7 \times 7$  квадратів, розміщених у верхньому лівому, верхньому правому та нижньому лівому кутах, розділених лінією порожніх модулів;
- **шаблони вирівнювання:** квадрати розміром  $5 \times 5$ , розташовані на кутах і перетинах сітки  $n \times n$  (якщо вони не зайняті шаблонами шукача);  $n$  коливається між 2 і 6, тому їх  $n^2 - 3$ , за винятком версії 1, яка не має шаблону вирівнювання;
- **часові візерунки:** горизонтальна і вертикальна лінії чергування темних і світлих модулів, що з'єднують шаблони шукача (ви помітили це, лише якщо глибоко вивчили деякі QR-коди);
- **темний модуль:** просто модуль, який завжди темний, розміщений у 9-му стовпці та  $(4 * \text{версія}) + 10$ -му рядку (б'юся об заклад, ви ніколи цього не помічали!).

Крім того, у великих QR-кодах (від версії 7 і вище) кілька областей зарезервовано для даних формату.

### Ємність

Залежно від версії, режиму кодування та рівня виправлення помилок визначається *ємність QR-коду*. Доступний простір, який не зайнятий фіксованими шаблонами чи зарезервованими областями, поділено на групи з 8 модулів, які називаються «кодовими словами»: уявіть їх як класичні 8-бітні байти.

Тому загальна кількість доступних кодових слів є фіксованою для кожної версії: 26 для версії 1, 44 для версії 2 і так далі, до 3706 для версії 40.

Для кожної версії також визначаються кодові слова, зарезервовані для виправлення помилок.

Без зайвих слів, давайте почнемо створювати невеликий QR-код із кодуванням ISO-8859-1 байт!

### ISO-8859-1

Так, QR-коди використовують ISO-8859-1 (також відомий як Latin-1) для кодування рядків байтів. Сьогодні UTF-8 більш поширений, але деякий час тому цього не було.

Основна проблема полягає в тому, що, хоча UTF-8 може охоплювати мільйони символів (або «кодових точок»), Latin-1 має лише 255 символів. Це воно. Ні емодзі, ні інших алфавітів. Якщо ви хочете перевірити, чи рядок дійсний для Latin-1, перевірка проста:

```
const LATIN1_RE = /^[x00-\xff]*$/;
function isLatin1(string) {
  return LATIN1_RE.test(string);
}
```

Якщо деякі символи *знаходяться* за межами ISO-8859-1, добре... ви або відкидаєте їх, або використовуєте режим ЕСІ. Крім того, деякі зчитувачі автоматично розпізнають, якщо натомість використовується UTF-8, але це може бути ненадійним вибором для публічних QR-кодів.

### Режим кодування

Перш за все, нам потрібно знайти правильний режим кодування. Кожен режим має відповідне значення згідно з наступною таблицею.

Таблиця 2 – Режим кодування

Режим кодування	Значення бітів
Числовий	0001 (1)
Буквено-цифровий	0010 (2)
Байт	0100 (4)
Кандзі	1000 (8)
ЕСІ	0111 (7)

Визначення оптимального режиму кодування легко зробити, просто перевіривши, які символи входять до рядка. Єдина проблема полягає в правильному виявленні символів



кандзі. У жодному разі я не експерт у кандзі, тому я просто покладаюся на нову підтримку Unicode ES2018 RegExpy JavaScript.

Насправді я не знаю, чи він ідеально підходить для режиму кандзі, тому, якщо хтось знає, просто пишiть у коментарях! (Ймовiрно, я придумаю краще рiшення пiзніше в серiї.)

Зрештою, маємо `getEncodingMode('https://www.qrcode.com/') === 4`.

### Версія

Давайте прагнути до найменшої можливої версії: оскільки вона складається з 23 символів, ми можемо перевірити в різних таблицях (тут, наприклад), що нам знадобиться принаймні код версії 2. Крім того, оскільки ми там, ми можемо отримати найвищий можливий рівень корекції – середній, у нашому випадку.

Також ця інша таблиця говорить нам, що версія 2 може містити 28 кодових слів даних для середньої корекції: ці 2 запасних кодових слова будуть використовуватися для інформації про дані.

Якщо ми хотіли отримати вищий рівень виправлення помилок, ми повинні були вибрати більшу версію.

### Біти даних

Перші 4 біти нашої послідовності даних – це 0100, наш режим кодування.

Тоді ми скажемо, якої довжини буде наш рядок. Для цього знову потрібна таблиця, оскільки кількість бітів, зарезервованих для цього значення, є змінною.

Таблиця 3 – Біти даних

Режим кодування	Версія 1-9	Версія 10-26	Версія 27-40
Числовий	10	12	14
Буквено-цифровий	9	11	13
Байт	8	16	16
Кандзі	8	10	12

Оскільки `getLengthBits(4, 2) === 8` нам знадобиться 8 бітів, а 23 (довжина нашого рядка) у двійковій системі дорівнює 10111, наші перші біти:

01000001 0111....

Далі *реальні* дані. Все, що нам потрібно зробити, це отримати код символів рядка в ISO-8859-1:

`h t t p s : / / w w w . q r c o d e . c o m /`

104 116 116 112 115 58 47 47 119 119 46 113 114 99 111 100 101 46 99 111 109 47

Тепер перетворіть усе в двійковий і об'єднайте в попередню послідовність:

01000001 01110110 10000111 01000111 01000111

00000111 00110011 10100010 11110010 11110111

01110111 01110111 01110010 11100111 00010111

00100110 00110110 11110110 01000110 01010010

11100110 00110110 11110110 11010010 1111....

Тепер ми *повинні* поставити *блок завершення*, який рівно 4 нулі, тому останні кодові слова будуть 11110000. Ми все ще маємо заповнити 3 із 28 доступних кодових слів.

### Залишилося місце

Ми заповнили всі 8 бітів останнього кодового слова, інакше нам довелося б заповнити решту бітів нулями (це завжди так у байтовому режимі).

За допомогою решти кодових слів ми можемо зробити дві речі:

– замість 4-бітового блоку завершення ми можемо поставити інший блок режиму кодування (можливо, інший) і почати іншу послідовність – але лише з трьома кодовими словами ми не можемо зробити багато;

– заповніть решту кодових слів послідовностями 11101100 00010001 (що перетворюється на 236 і 17 у десятковій системі), доки не буде досягнуто обмеження.

Чому 236 і 17? Я поняття не маю, але я припускаю, що вони (Denso Wave?) зробили багато спроб і перевірили, що ці дві послідовності створюють найлегше розпізнавані коди.

У підсумку маємо:

65 118 135 71 71 7 51 162 242 247 119 119 114 231 23 38 54 246 70 82 230 54 246 210  
240 236 17 236

Або в двійковому вигляді:

```
01000001 01110110 10000111 01000111 01000111
00000111 00110011 10100010 11110010 11110111
01110111 01110111 01110010 11100111 00010111
00100110 00110110 11110110 01000110 01010010
11100110 00110110 11110110 11010010 11110000
11101100 00010001 11101100
```

### Переведення в код

Для нашої функції `getBytes` знадобляться три речі:

- звичайно, вміст, який буде розділено на кодові слова;
- скільки бітів потрібно для визначення довжини вмісту: як ми бачили, це залежить від режиму кодування (у цьому випадку байт) і версії (у нашому випадку це 8);
- кількість кодових слів, які потрібно заповнити: це знову залежить від версії QR-коду та рівня виправлення помилок (у нашому випадку це 28).

Для QR-кодів від версії 10 і вище нам знадобиться **16** біт для вираження довжини нашого вмісту, тому фактичні дані починатимуться з третього кодового слова.



### Інші режими кодування

Наразі ми не будемо вдаватися в подробиці, але для числового режиму нам потрібно розділити число на групи з 3 цифр і закодувати кожен групу 10 бітами (2<sup>10</sup> = 1024, <sup>тому</sup> втрачений простір мінімальний).

Натомість буквено-цифровий режим містить 45 символів, тому рядок має бути розбитий на групи по 2 символи. Кожен символ має значення (спочатку цифри, потім великі латинські літери, потім пробіл і символи \$, %, \*, +, \, -, ., /, :), тому кожен пару символів можна перевести в число в діапазоні від 0 до 2024 (= 45<sup>2</sup> - 1). Тому нам потрібно 11 біт на кожен два буквено-цифрових символи (2<sup>11</sup> = 2048).

Для режиму кандзі... о боже. По-перше, нам потрібно отримати код Shift JIS піктограми, і найкращий спосіб зробити це – використовувати бібліотеку на кшталт `iconv-lite` або, якщо ви хочете зробити це самостійно, використати її таблицю символів. Крім того, можна використовувати не всі символи, а лише ті, що знаходяться в діапазонах від 0x8140 до 0x9FFC і від 0xE040 до 0xEBBF. Зрештою, символ кандзі займе 13 біт.

### Розробка структурної схеми

Скажу чітко: насправді показ QR-коду – це лише проблема візуалізації. Ми можемо зробити це за допомогою SVG, а `<canvas>`, групи квадратів `<span>s` або навіть цих двох емоذجі:  . Це не дуже важливо й не складно для тих, хто має мінімальний досвід у відтворенні матеріалів у мережі.

Важливо отримати матрицю бітів, яка дозволить нам створити таку фігуру.

Почнемо з фактичного зберігання даних. Знову ж таки, для зручності ми можемо використовувати лише масив масивів, тобто матрицю, щоб записати, чи є модуль світлим ( **0** ) чи темним ( **1** ). Але для рядків ми `Uint8Array` знову можемо використовувати `s`, оскільки вони швидші за звичайні масиви, а також для `.set()` методу, який стане в нагоді. Почнемо з простого:

Другий аргумент – `Array.from` це в основному марфункція, яка дозволяє нам використовувати *новий* типований масив для кожного рядка (тобто `new Array(length).fill(new Uint8Array(length))`) використовуватиме *той самий* масив для кожного рядка).

Тепер нам потрібна функція, яка заповнює спроектовану область одиницями або нулями, оскільки це буде корисно для фіксованих шаблонів:

На цьому етапі нам потрібна послідовність модулів, які ми повинні заповнити нашими кодовими словами. Наша стратегія буде:

- почати з порожньої матриці;
- позначте одиницями зарезервовані зони;
- застосуйте 7-крокову ітерацію вище - або подібну.

Ми внесли деякі зміни у функцію вище. Перш за все, ми використовуємо `rowStep` для відстеження того, чи рухаємося ми вгору чи вниз у матриці. Потім ми використовуємо `index` його парність, щоб визначити, чи потрібно нам йти ліворуч чи рухатися по діагоналі.

Для нашого QR-коду версії 2 ми маємо отримати ось що:

```
getModuleSequence(2)
```

```
// Uint8Array(359) [[24, 24], [24, 23], [23, 24],..., [16, 0]]
```

Нарешті настав час розмістити наші дані (як модулі повідомлень, так і модулі виправлення помилок)!

Ми отримуємо прото-QR-код версії 2. Під "прото" я маю на увазі, що його не було перетворено останньою дією: маскуванням. Він полягає в виконанні XOR всіх модулів за допомогою одного з 8 попередньо визначених шаблонів. А *навіщо* нам це робити, можете запитати ви?

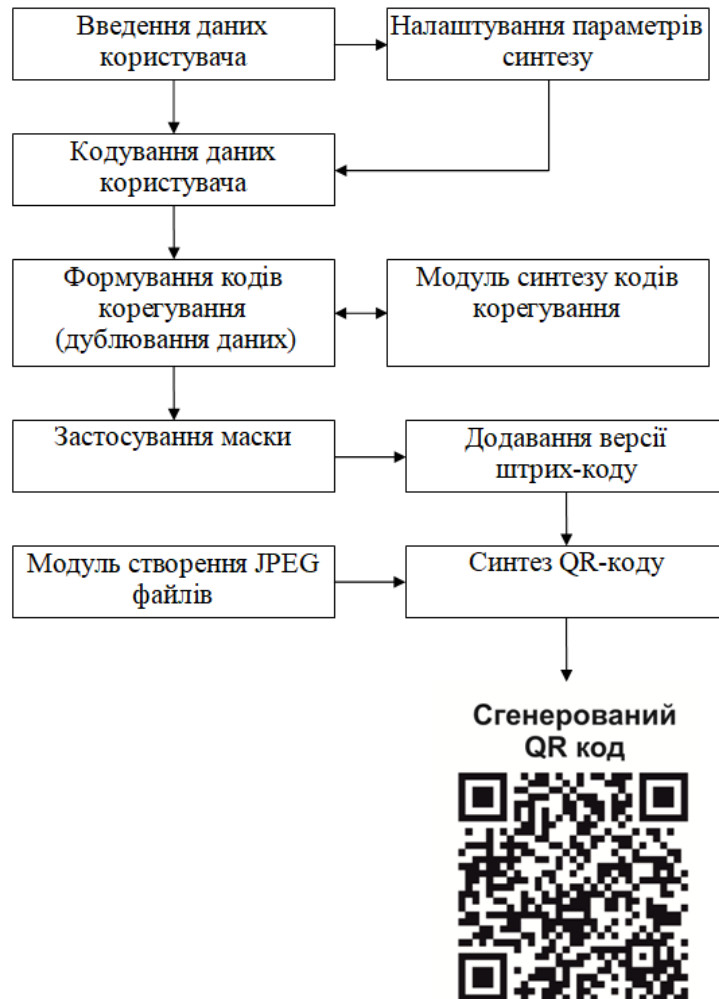


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Що ж, цього разу це *має* сенс. Якщо ви подивитесь на наш прото-QR-код, то там є великі області, рівномірно заповнені темними або світлими візерунками, і сканери зазвичай не люблять їх, оскільки вони можуть не відповідати сітці або неправильно підраховувати рядки чи стовпці. Тому нам доведеться застосувати маску, щоб мінімізувати цю проблему.

На рисунку 1 зображено розроблену структурну схему забезпечення системи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android.

Розглянемо схему згори до низу. Спочатку проходить введення даних користувача, а саме даних які будуть вбудовані у QR код. При необхідності проводиться зміна налаштувань генерації QR коду по замовчанню.

Далі проводиться кодування даних користувача з використання існуючих налаштувань кодування. Після цього проводиться формування кодів корегування тобто дублювання даних для поміхо стійкості з використанням модулю генерації кодів корегування.

Після цих дій проводиться застосування маски та додавання версії штрих-коду. Версії штрих-коду дозволяє при розпізнаванні QR коду користувачем більш точно провести декодування.

Та на останньому етапі проводиться генерація двомірного матричного штрих-коду QR з використанням модуля створення Jpg файлів, що у кінцевому результаті дає повноцінний згенерований QR код.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android. Рішення даного завдання полягало є у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android; Досліджена система синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС Android. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

## Список літератури

1. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
2. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
3. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).
4. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
5. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
6. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for Dom Xss vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Електронний Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.
7. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.
8. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційна безпека та комп’ютерні технології”, м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215
9. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the dom xss vulnerability. International Conference «information technologies, systems and networks ITSН-2017». Chisinau,

- Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces “Alexandru cel Bun”. 2017. P7.
10. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. Науково-практичний журнал кібербезпеки (SPCSJ) № 1. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.
  11. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.
  12. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Рябой Д.К., Рябая О.В. Модель вузла комутації з відносними пріоритетами, резервуванням ресурсів і обліком реальної надійності обслуговуючих приладів. Збірник тез всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті». м. Кропивницький. 16-17 листопада 2017 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. – С. 198-199.
  13. Смірнов О.А., Коваленко О.В. Використання псевдобулевих методів бівалентного програмування для управління ризиками розробки програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 1 (37). - Полтава: ПолтНТУ. - 2016. - С. 98-103.
  14. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Формалізація процесу проектування тестових наборів. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 3 (48). - Харків: ХУПС. - 2016. - С.96-100.
  15. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Удосконалення методу перевірки коректності таблиць рішень для подання тестових наборів. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 8 (145). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 77-80.
  16. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Розробка впорядкованих каскадних таблиць рішень із використанням матриць слідування. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 6 (143). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 216-220.
  17. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Метод кількісної оцінки ризиків розроблення програмного забезпечення. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. Випуск 2 (47). - Харків: ХУПС. - 2016. - С. 128-133.
  18. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Метод якісного аналізу ризиків розроблення програмного забезпечення. Наука і техніка Збройних Сил України. – Випуск 2(23). - Харків: ХУПС. - 2016. - С. 150-158.
  19. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Якименко Н.М., Доренський О.П. Проблеми аналізу та оцінки ризиків інформаційної діяльності. Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". - Випуск 3 (140). - Х.: ХУПС - 2016. - С. 40-42.
  20. Смірнов О.А., Коваленко А.С., Коваленко О.В., Доренський О.П. Удосконалення методу технічного обслуговування об'єктів інтегрованої інформаційної системи. Системи озброєння і військова техніка. – Випуск 2(46) – Х.: ХУПС – 2016. – С. 103-107.
  21. Smirnov A.A., Kovalenko A.V. Kovalenko A.S. Dorensky A.P. Information model and its element for displaying information on technical condition of objects of integrated information system. International Journal of Computational Engineering Research (IJCER). – Volume 6, Issue 1. – India. Delhi. – 2016. – P. 21-27.
  22. Смірнов О.А., Євсєєв С.П., Король О.Г., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Архітектура мікропроцесорів та компонентів ЕОМ. Навчальний посібник – Кіровоград: Вид. Лисенко В.Ф., 2015. – 550 с.
  23. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Мелешко Є.В., Константинова Л.В., Кожанова А.С. Інженерія програмного забезпечення. Навчальний посібник. За ред. О.А. Смірнова. – Кіровоград: КНТУ 2013. – 409с.



## ЗМІСТ

І.Дем'янов. Дослідження та програмна реалізація системи комп'ютерного навчання з урахуванням індивідуальних здібностей користувачів	4
О.Дібрівний. Дослідження та програмна реалізація системи динамічного перерозподілу трафіку вузлів мережі у хмарі	11
А.Дудченко. Дослідження та програмна реалізація системи менеджменту файлів ОС WINDOWS 11/WINDOWS SERVER 2022	19
Ю.Дьяченко. Дослідження та програмна реалізація системи підтримки індикативного аналізу	29
А.Заєць. Дослідження та програмна реалізація системи завантаження файлів з мережі за технологією торренту	38
О.Іванченко. Дослідження та програмна реалізація системи підтримки прийняття управлінських рішень	47
Д.Іщенко. Дослідження та програмна реалізація системи платформи управління мережними пристроями інтелектуального будинку за технологією CWMP	54
Є.Ключкін. Дослідження та програмна реалізація системи розширеного набору телекомунікаційних сервісів RCS на мобільних пристроях	63
В. Коваль. Дослідження та програмна реалізація системи верстата ЧПК обробки гофрокартон	71
В.Кострик. Дослідження та програмна реалізація системи обміну інформацією у мережі на основі протоколу SIGNAL	79
М.Краєвський. Дослідження та програмна реалізація системи реалізації інструментальних засобів організації пакетів прикладних програм	87
О.Кузь. Дослідження та програмна реалізація системи навігації та моніторингу файлової системи IOS	96
Д.Купчин. Дослідження та програмна реалізація системи управління маршрутизацією у центрах обробки даних за технологією TRILL	106
В.Лисогор. Дослідження та програмна реалізація системи інтелектуальної системи обробки та конвертації зображень	112
А.Макеєв. Дослідження та програмна реалізація системи управління технологічною безпекою на основі імовірнісних структурно-логічних моделей небезпек виробництв	120
О.Марченко. Дослідження та програмна реалізація системи на базі технології самоконтролю, аналізу та звітності стану жорсткого диску	130
В.Мікіньов. Дослідження та програмна реалізація системи стиснення растрових зображень без втрати якості	138
О. Міроненко. Дослідження та програмна реалізація системи цифрового телебачення DVB-T2	150
Є.Молчанюк. Дослідження та програмна реалізація системи стиснення зображень за допомогою вейвлет-перетворень	163
В.Огер. Дослідження та програмна реалізація системи стиснення та резервного дублювання даних	171
Є.Одинцов. Дослідження та програмна реалізація системи статистичного аналізу та фільтрації даних зі змінних носіїв	179

М.Петленко. Дослідження та програмна реалізація системи інформаційної системи підприємства	187
Д.Петченко. Дослідження та програмна реалізація системи диспетчерського керування та збору даних технологічного процесу	196
О.Пойченко. Дослідження та програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів на знімках із супутників з використанням когнітивної графіки	204
Д.Правдюк. Дослідження та програмна реалізація системи автоматизованого реінжиніру	213
Д.Сенічкін. Дослідження та програмна реалізація системи перешкодостійкого кодування для передачі даних у хмарі	220
М.Середа. дослідження та програмна реалізація системи обробки електронної пошти по протоколам IMAP та SMTP	228
Д.Сіненко. Дослідження та програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BITTORRENT	237
В.Смутко. Дослідження та програмна реалізація системи вдосконалення технічних компонентів комп'ютерних систем на основі альтернативних форм представлення логічних функцій	244
О.Форостяний. Дослідження та програмна реалізація системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК	258
О.Чумак. Дослідження та програмна реалізація системи комутації користувачів на основі централізованої служби миттєвого обміну повідомленнями	265
Е.Шевчук. Дослідження та програмна реалізація системи автоматизованого навчання фахівців з використанням інтелектуальних інформаційних технологій	273
А.Шепель. Дослідження та програмна реалізація системи оновлення цифрових топографічних карт геоінформаційної хмари	282
В.Шульга. Дослідження та програмна реалізація системи компактного представлення відеоданих з метою зменшення часу їх обробки і передачі у мережі інтернет	288
Д.Ященко. Дослідження та програмна реалізація системи GPS навігатора на основі чипу серії SIRF ATLAS V	298
Р.Бабаєв. Дослідження та програмна реалізація хмарної системи стискання та перетворення форматів зображень	306
Д. Білозор. Дослідження та програмна реалізація системи діагностування помилок жорсткого диску	317
В.Гладин. Дослідження та програмна реалізація системи інтелектуального завантаження даних з мережі	325
Ю.Гордієнко. Дослідження та програмна реалізація системи ідентифікації професійних знань операторів автоматизованих систем управління	333
В.Горшков. Дослідження та програмна реалізація системи автоматизованого розподілу аудиторного фонду розкладу занять для факультетів	346
С. Ергашев. Дослідження та програмна реалізація системи моніторингу стану SSD ДИСКУ на основі технології LIFE LEFT	356
Б.Золотухін. Дослідження та програмна реалізація системи управління	365

даними зовнішніх жорстких дисків з інтерфейсом USB 3.0	
В.Івандюк. Дослідження та програмна реалізація системи управління віртуалізованими хмарними центрами обробки даних	374
Д.Іванченко. Дослідження та програмна реалізація системи комунікації CLOUD-сервісів з використанням SIP/VOIP	385
М.Кілючицька. Дослідження та програмна реалізація системи віддаленого адміністрування комп'ютера у мережі для організації техпідтримки	394
В.Коваленко. Дослідження та програмна реалізація системи управління файлами на IPHONE	402
Р.Маляренко. Дослідження та програмна реалізація системи моніторингу центрів обробки даних, побудованих з використанням мереж NGBASET	413
Д.Михайлов. Дослідження та програмна реалізація системи створення та навчання нейронної мережі для розпізнавання образів	422
І.Мікіньов. Дослідження та програмна реалізація системи багатofункціонального менеджера завантажень мультимедіа даних з мережі INTERNET	432
М.Окунів. Дослідження та програмна реалізація системи радіально-базисної нейронної мережі для розпізнавання образів	441
Д.Пісаренко. Дослідження та програмна реалізація системи управління файлами в ОС WINDOWS НА основі технології BITLOCKER DRIVE ENCRYPTION	451
О.Рябошапко. Дослідження та програмна реалізація системи передачі мультимедійних даних за технологією IMS	461
П.Скакун. Дослідження та програмна реалізація системи створення архівів у файловій системі NTFS з розмежуванням доступу	468
Д.Скрипник. Дослідження та програмна реалізація системи структурного кодування даних у комп'ютерних мережах автоматизованих систем управління	481
А.Строміленко. Дослідження та програмна реалізація системи IRC-клієнту	494
В.Теплухін. Дослідження та програмна реалізація системи управління електронним документообігом	509
Н.Трапезнікова. Дослідження та програмна реалізація системи передачі даних в IRC-мережах	516
Б.Федоров. Дослідження та програмна реалізація системи розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хеммінга	529
Д.Шевченко. Дослідження та програмна реалізація системи перетворення мультимедіа даних із збереженням логічно-структурного змісту даних	538
О.Щерба. Дослідження та програмна реалізація системи клієнта електронної пошти під ОС ANDROID	546
Я.Якубенко. Дослідження та програмна реалізація системи синтезу та аналізу QR-кодів на мобільних пристроях під ОС ANDROID	558