

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



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

Випуск 14, ч.1



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Збірник  
праць молодих науковців  
ЦНТУ**

Випуск 14  
Частина 1

Кропивницький – 2024

Збірник праць молодих науковців ЦНТУ. – Вип. 14, ч.1. – Кропивницький: ЦНТУ, 2024 – 401 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 621.22; 621.7

**Я. Скібінський, магістрант**

**В. Селехова, асистент**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ЗМЕНШЕННЯ ЗНОСУ РОБОЧИХ ПРОФІЛІВ ДЕТАЛЕЙ ЦИКЛОЇДАЛЬНИХ ГІДРОМОТОРІВ

У статті розглянуто конструкції безкарданних циклоїдальних гідромоторів, зокрема з гіпоциклоїдальними передачами. Вивчено переваги цих конструкцій, а також методи розрахунку робочого профілю корінного статора та його інших конструктивних елементів. Основна увага приділена технології виготовлення та дослідженню зносу робочих профілів.

**циклоїдальні гідромотори, знос робочих поверхонь, коефіцієнт тертя, металополімерні підшипники**

**Постановка проблеми.** Гідравлічні мотори знаходять широке застосування в гідравлічних системах сільськогосподарської та іншої техніки. Останнім часом популярність набули безкарданні циклоїдальні гідромотори, в яких ротор виконує лише обертальний рух, а планетарний рух виконує корінний статор. Для ефективної роботи таких гідромоторів необхідно забезпечити високу точність виготовлення основних деталей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У літературі зустрічаються конструкції гідромоторів у яких основні деталі є цільними і при роботі таких гідромоторів має місце тертя ковзання спряжених профілів, що призводить до їх підвищеного зносу і як наслідок до погіршення основних робочих показників гідромоторів. Відомі методи побудови циклоїдального профілю, не є універсальними і не дозволяють побудувати профіль зуба при зміні геометричних параметрів передачі. Це створює потребу у розробці нових конструкцій передач та методик для розрахунку їх робочих профілів.

**Метою цього дослідження** є створення такої конструкції основних деталей гідромотора, де тертя ковзання можна замінити на тертя кочення, або поєднання тертя кочення з тертям ковзання, а також розробки методики розрахунку робочого профілю корінного статора та інших конструктивних елементів безкарданного гідравлічного мотора. Завдання дослідження включають розробку нових конструкцій робочих деталей гідромоторів, технології виготовлення цих деталей для зменшення зносу і підвищення довговічності гідромоторів.

**Об'єктом дослідження** є безкарданні циклоїдальні гідравлічні мотори з гіпоциклоїдальними передачами.

**Предметом дослідження** є конструкція ротора та корінного статора гідравлічних моторів, а також методи зменшення зносу цих профілів.

**Виклад основного матеріалу.** В гідравлічних системах сільськогосподарської та іншої техніки знайшли застосування гідравлічні мотори різноманітних типів в тому числі і гідравлічні мотори в яких робочим органом є циклоїдальні передачі внутрішнього зачеплення. Останнім часом частіше застосовуються так звані безкарданні циклоїдальні гідромотори, в яких ротор, що з'єднаний із вихідним валом виконує лише обертальний рух (замість планетарного як це має місце в карданних конструкціях). Планетарний рух в цьому випадку виконує корінний статор. Зазначенні конструкції гідромоторів мають ряд переваг:

- високий коефіцієнт корисної дії;
- можливість створення великого крутного моменту при малій кількості обертів;
- передача крутного моменту здійснюється через центральний вал;

- можливість керування витісненням рідини;
- невелика кількість рухомих частин;
- мінімальна кількість поверхонь спряження;
- високий пусковий момент;
- компактність конструкції.

Всі зазначені переваги мають місце при високій точності виготовлення основних, функціональних деталей без карданного гідравлічного мотору, та їх найменшого зношування.

Тому робота присвячена вирішенню питань зменшення зношування робочих профілів основних деталей гідромотору.

На рис. 1 показано конструкцію гідромотору типу MZK, який може сприймати більші осьові та радіальні навантаження, завдяки застосування роликових підшипників.

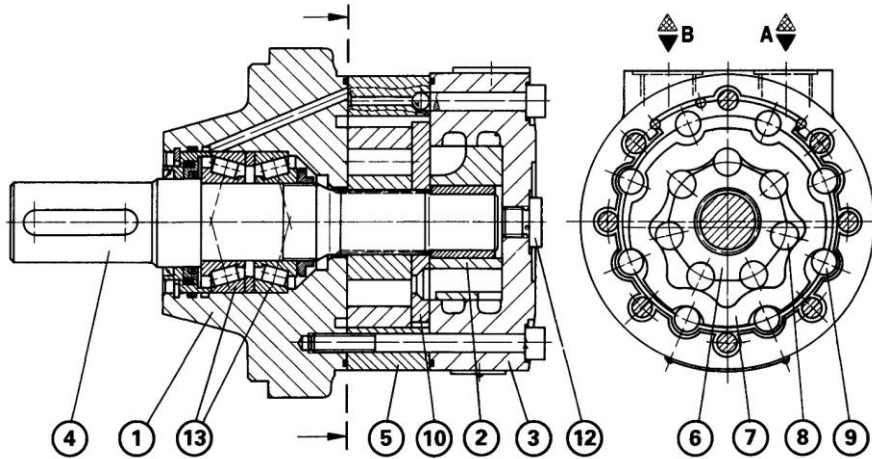


Рис. 1 - Конструкція циклоїдального без карданного гідромотору типу MZK:

1- кришка верхня; 2- колектор; 3- кришка нижня; 4- вал; 5- зовнішнє цівкове колесо; 6- ротор; 7- корінний статор (корінна центральна шестерня); 8- цівки ротора; 9- цівки зовнішнього цівкового колеса; 10- розподільник; 12- різьбова пробка; 13- роликові підшипники.

Методика утворення робочого профілю корінного статора та визначення його інших конструктивних параметрів (розміщення та величина радіусних виточок) у наявній літературі не зустрічається (зокрема для гідромоторних цівкових передач). Зустрічаються методика побудови робочого циклоїдального профілю, але вона не є універсальною і при зміні геометричних параметрів передачі (кількість зубців) побудувати профіль зуба не є можливим.

Тому актуальною є задача створення методики розрахунку робочого профілю корінного статора та його інших конструктивних елементів.

Робочий профіль статора окреслений еквідистантою до гіпоциклоїдальної кривої (рис. 2), а робочий профіль цівок внутрішнього колеса (ротора) окреслений дугами кола. Різниця між кількістю цівок внутрішнього колеса  $Z_{ц.к.}$  і зуб'їв статора  $Z_{з.к.}$  дорівнює одиниці.

В основу профілювання зуб'їв статора покладено подовжену гіпоциклоїду ABC (або вкорочену гіпоциклоїду в залежності від способу її утворення), а фактичний профіль зовнішнього колеса являється еквідистантним до гіпоциклоїди A'B'C' (знаходиться як огинаюча системи кіл цівок радіусом  $r$ , коли центр цівки переміщується по подовженій гіпоциклоїді).

При проектуванні циклоїдального зачеплення ексцентриситет  $e$  передачі, кількість цівок внутрішнього колеса  $Z_{ц.к.}$ , коефіцієнт позациентроїдності передачі  $f$  та радіус цівки  $r$  призначаються виходячи із конструктивних міркувань.

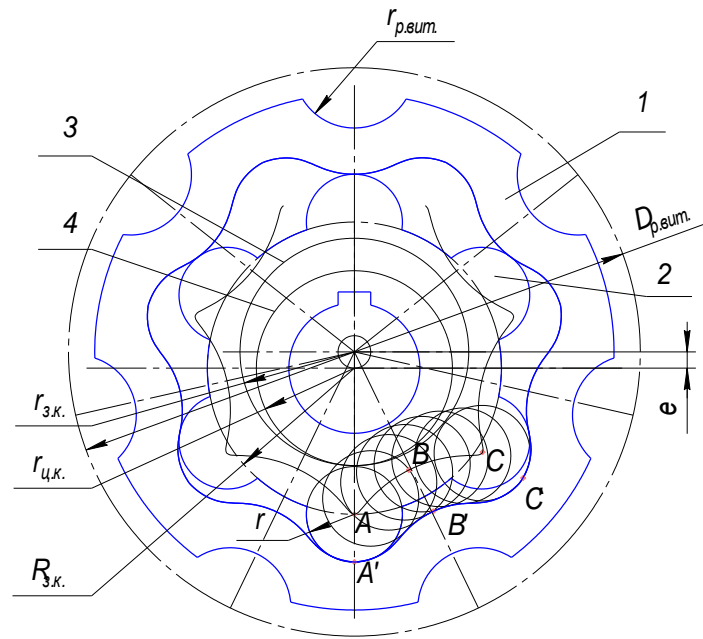


Рис. 2 Параметри гіпоциклоїдальної передачі

внутрішнього зачеплення: 1 – корінний статор; 2 – внутрішнє цівкове колесо (ротор); 3 – центроїда статора; 4 – центроїда внутрішнього колеса (ротора); ABC – гіпоциклоїдальна крива; A'B'C' – еквідистанта до гіпоциклоїдальної кривої;  $r$  – радіус цівки внутрішнього колеса (ротора);  $r_{з.к.}$  – радіус центроїди статора;  $r_{ц.к.}$  – радіус центроїди внутрішнього колеса (ротора);  $R_{з.к.}$  – радіус ділильного кола статора;  $e$  – величина ексцентриситету циклоїдальної передачі;  $D_{p.vit.}$  – діаметр центрів радіусних виточок;  $r_{p.vit.}$  – радіус радіусних виточок

$$x = e \cdot \sin \phi + R_{з.к.} \cdot \sin \frac{\phi(r_{з.к.} - r_{ц.к.})}{r_{ц.к.}} - r \cdot \sin \left[ \beta - \frac{\phi(r_{з.к.} - r_{ц.к.})}{r_{ц.к.}} \right] \quad (1)$$

$$y = R_{з.к.} \cdot \cos \frac{\phi(r_{з.к.} - r_{ц.к.})}{r_{ц.к.}} - e \cdot \cos \phi + r \cdot \cos \left[ \beta - \frac{\phi(r_{з.к.} - r_{ц.к.})}{r_{ц.к.}} \right] \quad (2)$$

Гіпоциклоїдальні передачі мають ряд переваг над епіциклоїдальними передачами. Завдяки виконанню профілю внутрішнього колеса цівковими є можливість підвищити його міцність. Оскільки цівка внутрішнього колеса гіпоциклоїдальної передачі має більші розміри і більшу робочу поверхню, на відміну від зуба зубчастого колеса епіциклоїдальної передачі. Це призводить до того, що гіпоциклоїдальні передачі мають більшу довговічність ніж епіциклоїдальні передачі, а також більшу перевантажувальну здатність.

Головною причиною виходу із ладу цівкових епіциклоїдальних-гіпоциклоїдальних передач є зношення їх робочих поверхонь. Це, насамперед, пов'язано із тим, що в процесі роботи позацентроїдних цівкових передач, відбувається перекошування спряжених профілів з одночасним значним ковзанням одного профілю по іншому.

В основу розрахунку величини зносу покладено питомий тиск та питоме ковзання. Тому при проектуванні передач, однією з основних задач є раціональний підбір параметрів зачеплення з метою досягнення мінімальних значень питомого тиску та питомого ковзання.

Питоме ковзання являється основною причиною виникнення роботи тертя та зносу зубців. При дослідженні питання про вплив роботи тертя на знос зубців необхідно знати розподіл сил тертя по окремим елементам робочої поверхні зубця.

Зменшення величини коефіцієнту тертя приведе до зменшення питомої роботи тертя та зменшення зносу робочих профілів передачі.

Крім того, важливою характеристикою гідромоторів є момент зрушення, що створюється тиском рідини, яка підводиться і визначається при заторможеному валі гідромотора ( $n=0$ ).

Значення зрушуючого крутного моменту, виміряного в процесі росту тиску при заторможеному валі гідромотора, менше його значення при обертанні. Пояснюється це тим, що в стані спокою на подолання тертя витрачається більше енергії, ніж при обертанні.

Для зменшення величини зрушуючого моменту, потрібно прийняти міри по зменшенню сил тертя.

Загальний коефіцієнт корисної дії гідромотору дорівнює добутку об'ємного ККД та механічного ККД.

Враховуючи вище сказане, можна зробити висновок, що задача зменшення коефіцієнту тертя в позациентроїдних цівкових передачах, або заміна тертя ковзання тертям кочення є актуальною задачею.

На рис. 3 представлено конструкції передач ковзання із цільним ротором 1, та зі збірним ротором 2. В корпусі ротора 2 розміщено металополімерні підшипники ковзання 3, які закріплюються до корпусу за допомогою склеювання. В отворах підшипників розміщуються цівки 4. Корінний статор 5 має робочий профіль окреслений еквідистантою до гіпоциклоїди, статор 6 має робочий профіль окреслений цівками.

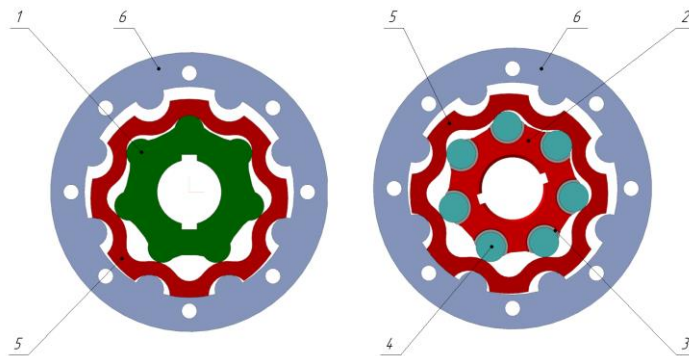


Рис. 3 – Конструкції передач: 1- цільний ротор; 2- збірний ротор; 3- підшипник металополімерний; 4- цівка збірного ротора; 5- корінний статор; 6- статор

Застосування металополімерних підшипників ковзання німецької компанії Glacier Garlock Bearings (рис. 4), яка є найбільш потужним в світі виробником метал-полімерних підшипників ковзання дає можливість знизити коефіцієнт тертя ковзання із 0,15 (сталь по сталі) до 0,05. Компанія пропонує продукцію в самих різноманітних видах: втулки, втулки з фланцем, упорні підшипники, а також спеціальні вироби у відповідності з вимогами замовника.

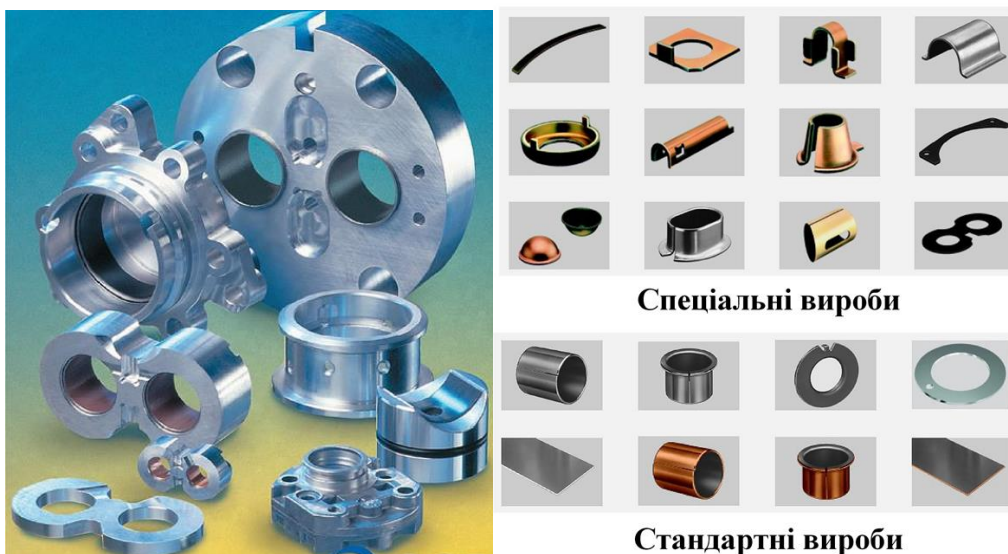


Рис. 4 - Метал-полімерні підшипники ковзання німецької компанії Glacier Garlock Bearings

Для зручності аналізу конструкцій цівкових передач, прийемо ряд припущень:

Силу тертя ковзання, визначаємо за формулою:

$$F=Nf \quad (3)$$

Силу тертя кочення визначаємо за формулою:

$$F_{\text{коч}} = N \delta/r \quad (4)$$

де  $\delta$  - коефіцієнт тертя кочення;  $r$  – радіус кола по якому котяться цівки.

коефіцієнт тертя кочення для роликових підшипників становить 0,005;

коефіцієнт тертя ковзання сталь по сталі – 0,15;

коефіцієнт тертя ковзання сталь-метало-полімерний матеріал – 0,05.

У випадку використання конструкції передачі із цільним ротором та конструкції передачі ковзання із цільним цівковим колесом маємо тертя ковзання між робочими поверхнями ротора, корінного статора та статора. Силу тертя визначаємо за формулою:

$$F=Nf = 0,15 N$$

У випадку використання передачі ковзання кочення із збірним ротором, силу тертя визначаємо за формулою:

$$F_{\text{заг}} = Nf + N \delta/r = (f+\delta/r)N=0,055 N$$

У випадку використання конструкції передачі кочення із збірним статором, силу тертя визначаємо за формулою:

$$F_{\text{заг}} = 3 N \delta/r = 0,015 N$$

Завдяки застосуванню конструкції передачі із збірним ротором вдалося зменшити силу тертя приблизно в 10 разів. Завдяки застосуванню конструкції передачі ковзання-кочення із збірним цівковим колесом вдалося зменшити силу тертя приблизно в 2,7 рази. Це в свою чергу дозволить зменшити знос робочих профілів деталей передач, зменшити значення моменту зрушення гідромоторів та підвищить їх загальний коефіцієнт корисної дії.

**Висновки.** Запропонована конструкція передачі ковзання-кочення із збірним ротором дозволяє значно зменшити силу тертя і, як наслідок, знос робочих профілів деталей передач. Це дозволяє зменшити значення моменту зрушення гідромоторів та підвищити їх загальний коефіцієнт корисної дії. Технологія виготовлення основних деталей гідромотору є ключовим фактором для підвищення довговічності та ефективності гідравлічних моторів.

## Список літератури

1. Скібінський О. І. До визначення профілю інструменту для обробки ротора героторної передачі в умовах обкату / О. І. Скібінський, В. І. Гуцул, А. О. Гнатюк // Вісник НТУУ «КПІ». Серія: Машинобудування. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – № 1. – С. 114-120. (Index Copernicus, Google Scholar, РІНЦ, Open Academic Journals Index (OAJI), WorldCat, BASE, EBSCO).
2. Radzevich S. P. Gear cutting tools. Fundamentals of design and computation / Radzevich. – Printed in the United States of America: Taylor & Francis Group, 2010. – p. 788.
3. Шевцов Е. Н. К определению геометрических параметров зацепления планетарно-роторного гидромотора [Текст] / Е. Н. Шевцов, Р. А. Барбарук // Аграрний вісник Причорномор'я: Збірник наукових праць. – Одеса, 2008. – Вип.45: Технічні науки. – С.111-118.
4. Гидропривод. Основы и компоненты: Учебный курс по гидравлике. Том 1. – Издание №2 (на русском языке). – Издатель: Бош Рексрот АГ Сервис. Автоматизация. Дидактика. – 2003. – 323 с.



УДК 621.7

С. Огнар'ов, магістрант

О. Скібінський, канд. техн. наук, доцент

В. Селєхова, асистент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ШВИДКІСНОМУ ТОЧІННІ КЕРАМІЧНОЮ ПЛАСТИНОЮ З ВАЙПЕР ГЕОМЕТРІЄЮ НА ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ ОБРОБЛЮВАНОЇ ПОВЕРХНІ

У статті розглянуто сутність швидкісного точіння, як прогресивного методу металообробки, а також вайпер геометрію різальної пластини. Досліджено вплив швидкості, подачі та глибини різання при швидкісному точінні різцем із керамічною різальною пластинкою з вайпер геометрією на шорсткість оброблюваної поверхні.

**швидкісне точіння, вайпер геометрія, кераміка, подача, шорсткість**

**Постановка проблеми.** Швидкісне точіння (high-speed turning) – це спосіб механічної обробки матеріалів, який здійснюється із підвищеною швидкістю різання, яка в 5 і вище разів перевищує швидкість звичайного точіння. Збільшення швидкості різання зменшує час контакту стружки із передньою поверхнею інструмента, при цьому кількість тепла, яка надходить від частинок стружки до різального інструменту буде меншою. Крім цього при швидкісному точінні кількість тепла, яке надходить в заготовку також зменшується, тому даний спосіб обробки можна використовувати для термооброблених деталей уникаючи відпуску поверхневого шару матеріалу.

Для здійснення точіння з високою швидкістю необхідно застосовувати інструментальні матеріали підвищеної міцності та зносостійкості, наприклад мінералокераміка (кермети) на основі оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ), або на основі нітриду кремнію ( $Si_3N_4$ ), а також надтверді матеріали на основі кубічного нітриду бору (CBN).

Твердість керамічних пластин на основі оксиду алюмінію складає HV 1800-2100 і їх використовують для швидкісного точіння загартованих сталей зі швидкостями 85-458 м/хв. Використання зазначеного різального матеріалу забезпечує опір окисленню та температурну стабільність обробки.  $Al_2O_3$  має дрібнозернисту структуру, тому є більш жорстким матеріалом. Твердість керамічних пластин на основі нітриду кремнію складає HV 1600-1900 і вони призначені для точіння на швидкостях 110-650 м/хв. В'язкість нітриду кремнію більша ніж оксиду алюмінію.

Для забезпечення підвищеної міцності та стійкості різальної кромки, зменшення ефекту наростоутворення, викришування, підвищення швидкості різання на поверхню різальних пластин наносять спеціальні покриття способом фізичного осадження парів металів (метод PVD). Використання у якості покриття різальної пластини нітриду титану (TiN) підвищує твердість до HV 2200, а використання карбонітриду титану (TiCN) – до HV 3000.

Полікристалічний кубічний нітрид бору по твердості наближається до алмазу і має твердість HV 4500-4900 та високу стійкість до температурних навантажень, як правило використовується при обробці матеріалів з високою твердістю 52...75 HRC та швидкостях різання 75-260 м/хв.

При здійсненні механічної обробки, у зв'язку із тертям різальної кромки об заготовку, відбувається процес нагрівання різальної пластини. Кераміка проявляє значно кращі показники твердості при нагріванні до 1000°C, забезпечуючи 55% від твердості за кімнатної температури у випадку сплаву на основі оксиду алюмінію [6]. Кераміка на основі нітриду кремнію, натомість, зберігає 73% своєї твердості. Це відрізняється від керметів, де цей показник становить лише 40%.

Щодо шорсткості поверхні, отриманої швидкісним точінням різцем з керамічною пластиною, вона знаходиться в межах Ra 0,1-1 мкм. Це свідчить про можливість заміни шліфувальних операцій на швидкісне точіння.

Сучасні виробники різального інструменту пропонують вдосконалену геометрію різальної пластини - вайпер (Wiper). Вайпер це геометрія різальної пластини, яка має зачисну кромку для поліпшення шорсткості обробки. Довжина активної частини різальної кромки пластини з вайпер геометрією більша, ніж у стандартної пластини з радіусом при вершині різця. Це пояснюється наявністю радіусу при вершині різця та довжини двох зачисних кромок. Збільшення довжини активної частини різальної кромки сприяє покращенню якості обробленої поверхні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Багато наукових праць приділяють увагу дослідженню впливу режимів різання на шорсткість обробленої поверхні при точінні керамічними пластинами. У проведених дослідженнях [3, 4] експериментально визначено залежність шорсткості обробленої поверхні загартованої сталі від параметрів різання. Виконується порівняння чистоти поверхні, отриманою під час точіння пластиною звичайної геометрії із радіусом при вершині різця. Проте, обробка на режимах швидкісного точіння вимагає додаткових досліджень.

Метою цього дослідження є визначення впливу показників режимів різання на шорсткість оброблюваної поверхні під час швидкісного точіння керамічною пластиною з вайпер геометрією. Для досягнення поставленої мети була визначена програма дослідження, яка включає в себе такі завдання:

- Встановлення факторів, які можуть мати вплив на досліджуваний параметр.
- Визначення меж варіювання.
- Реалізація швидкісної токарної обробки.
- Обробка експериментальних даних.

*Об'єктом дослідження* є швидкісне точіння загартованих сталей різальним інструментом із керамічною пластиною з вайпер геометрією.

*Предметом дослідження* є вплив режимів різання на якість обробки при точінні пластиною з вайпер геометрією.

**Виклад основного матеріалу.** Виявлено, що вайпер геометрія забезпечує однакову шорсткість обробки при точінні стандартною пластиною із радіусом при вершині різця, порівняно з обробкою пластиною із вайпер геометрією при подвоєному значенні подачі. Однак, якщо токарну обробку виконувати обома пластинами з однаковою подачею, вайпер геометрія забезпечує вдвічі менші значення шорсткості [1].

Для виявлення впливу режимів різання на шорсткість обробленої поверхні при швидкісному точінні пластиною з вайпер геометрією, були проведені експериментальні дослідження. Заготовкою обрано пруток зі сталі 38ХМЮА, загартованої до твердості HRC 30, з діаметром 35 мм та довжиною 200 мм. Різальний інструмент включає різець із різальною пластиною з кераміки із оксиду алюмінію та покриттям нітридом титану TiN, з вайпер геометрією. Дослідження проводились на токарному верстаті із ЧПУ, який має максимальну частоту обертання 6000 об/хв.

В експерименті варіювались такі параметри:

- подача (s) в межах 0,05-0,35 мм/об.;
- швидкість (V) в межах 140-220 м/хв.;
- глибина різання (t) в межах 0,1-0,3 мм.

Шорсткість обробленої поверхні вимірювалась за допомогою профілографічного профілометра, а отримані дані оброблялись в програмному продукті Statgraphics. Результати експериментів, зокрема вплив подачі, швидкості та глибини різання на шорсткість, представлені в таблиці 1.

**Таблиця 1 - Матриця планування експериментальних досліджень з результатами проведених експериментів**

№ п/п	Replicate	X1 (s, мм/об)	X2 (V, м/хв.)	X3 (t, мм)	Y (Ra, мкм)
1	1	0,05	140	0,1	0,32
2	1	0,35	140	0,1	0,53
3	1	0,05	220	0,3	0,24
4	1	0,35	220	0,3	0,59
5	1	0,05	180	0,2	0,39
6	1	0,3	180	0,2	0,62
7	1	0,2	140	0,1	0,43
8	1	0,2	220	0,2	0,45
9	1	0,2	180	0,1	0,53
10	1	0,2	180	0,3	0,54

У відповідності до результатів експериментальних досліджень, найбільший вплив на шорсткість оброблених поверхонь має подача  $s$ . Глибина різання  $t$  та швидкість обробки  $v$  мають незначний вплив.

На рисунку 1 представлена поверхня відгуку впливу на шорсткість обробленої поверхні таких факторів, як швидкість різання  $v$ , та подача  $s$ .

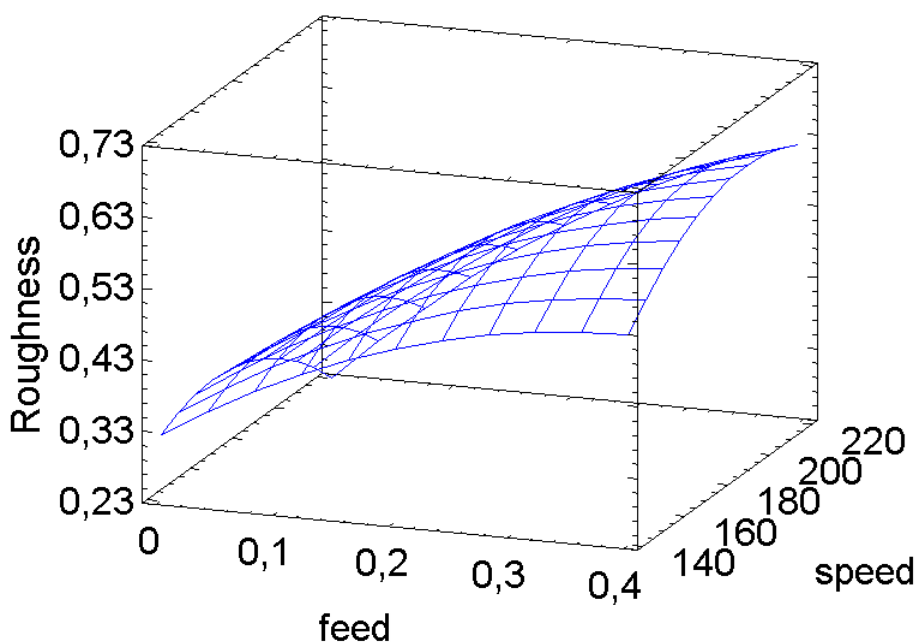


Рисунок 1 – Поверхня відгуку впливу на шорсткість обробленої поверхні таких факторів, як швидкість різання  $v$ , та подача  $s$

**Висновок.** У статті розглядається суть швидкісного точіння та геометрія вайпер різальної пластини. Досліджено вплив параметрів, таких як швидкість різання, подача та глибина різання, на шорсткість обробленої поверхні загартованої сталі під час швидкісного точіння різцем із керамічною різальною пластинною з вайпер геометрією. Експериментально встановлено, що подача має значний вплив на показник шорсткості обробленої поверхні, тоді як швидкість різання виявляє менший вплив. Збільшення подачі призводить до покращення

стійкості інструмента, зменшуючи час контакту різальної пластини з заготовкою. Керамічні різальні пластини з вайпер геометрією дозволяють точити загартовані сталі на високих швидкісних режимах, забезпечуючи при цьому високу якість обробленої поверхні. Такі пластини сприяють підвищенню продуктивності обробки шляхом скорочення машинного часу.

### Список літератури

1. Бондар Д.С. Токарні пластини із вайпер-геометрією / Д.С. Бондар, Н.О. Балицька, Л.Є. Глембоцька // *Машинобудування і комп'ютерні технології*. – Житомир: ДУ«ЖП», 2019. – С. 44.
2. Aslantas K. Tool Life And Wear Mechanism Of Coated And Uncoated Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiCN Mixed Ceramic tools In Turning Hardened alloy steel / K. Aslantas, I.Ucun, A. Cicek // *WEAR - An International journal of science and technology of friction, lubrication and wear*. – Elsevier, 2012. – Vol. 274-275. - P. 442-451.
3. Grzesik W. Surface finish generated in hard turning of quenched alloy steel parts using conventional and wiper ceramic inserts / W. Grzesik, T. Wanat // *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. – UK: 2006. – Vol. 46. – P. 1989-1995.
4. Samardžiová M. Development of surface roughness in hard turning of 100CR6 using mixed ceramic cutting tool with wiper geometry and conventional geometry / M. Samardžiová, M. Neslušán // *Research papers Faculty of materials science and technology in trnava*. – Bratislava: SUTUB, 2013. – Vol. 21. – P. 193-198.
5. Sanchit K.K. Effect of High Speed Machining on Surface Roughness Characteristics Ra, Rq, RZ / K.K. Sanchit, G. Piyush, P.S. Jaiinder, G.S. Phull // *15th International Conference on Materials Processing and Characterization (ICMPC 2023)*. - EDP Sciences, 2023. – Vol. 430. – P. 14.
6. Two reasons why ceramic tool materials can be used to machine in high-speed conditions: веб-сайт. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/two-reasons-why-ceramic-tool-materials-can-used-machine-cymge> (дата звернення: 26.12.2023).

УДК 336.717.061

**В. Давидов, магістрант***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ БАНКІВСЬКИХ КРЕДИТІВ

Досліджено погляди зарубіжних вчених на роль моніторингу в кредитній системі. Проаналізовано науково-дослідної діяльності у сфері кредитного моніторингу. Досліджено вплив моніторингу на кредитоспроможність компанії та мінімізацію ризиків виникнення проблемної заборгованості за кредитними договорами. Обґрунтовано потребу удосконалення системи кредитного моніторингу в вітчизняних банках. Доведено практичну необхідність створення і функціонування у вітчизняних комерційних банках підрозділу кредитного моніторингу. Доведено вплив інтенсивності проведення моніторингу на якість кредитного портфеля банку.

У статті аналізуються основні напрямки науково-дослідної діяльності у сфері кредитного моніторингу. Наводиться авторська 3D-модель контролю якості моніторингу, що дозволяє одночасно аналізувати кілька показників у взаємозв'язку. Озвучуються перспективи використання моделі.

**кредитний моніторинг, кредитні ризики, кредитний портфель, кредитна діяльність, контроль**

**Наукова новизна та практична значимість статті** полягає в аналізі поглядів російських та зарубіжних вчених на роль моніторингу в кредитній системі та розробці конкретних заходів щодо вдосконалення системи контролю якості моніторингу кредитів. Існуючі розрізнені показники не дозволяють багатосторонньо оцінити ефективність чинної системи моніторингу в кредитній організації. Використання комплексного підходу та поєднання кількох показників якості в 3D-модель є заслугою авторів дослідження.

Висновки та пропозиції, викладені у статті, теоретично обґрунтовані та мають практичну значимість.

**Постановка проблеми.** В умовах нестабільності фінансових ринків для банків особливу роль грає структура його кредитного портфеля. Криза, що відбулася в 2008 р., виявила неспроможність діючої системи видачі та супроводження кредитів. Роль оцінки структури, рівня ризику, підтримки стійкості портфеля виданих позичок виконує кредитний моніторинг.

Для оптимального функціонування банку у кризовий період важливо якісно проводити кредитний моніторинг клієнтів та оперативно реагувати як на погіршення їх фінансових станів, так і на невиконання ними не фінансових (додаткових) умов кредитних договорів. Ключовим моментом успішного кредитного моніторингу є оперативне отримання актуальної фінансової інформації та своєчасний її аналіз. Ефективний контроль за повним циклом кредиту – від його видачі до погашення – забезпечує стабільне отримання прибутків банківською установою. Впровадження у практику процесів про ведення дієвого кредитного моніторингу потребує раціональних процесів контролю, як інструментальної складової моніторингової системи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Тема кредитного моніторингу широко висвітлювалася в роботах таких вітчизняних та зарубіжних вчених, як Васюренко О.В., Дзюблюка О.В., Гуцала І.С., Івасіва Б.С., Ковальчука Т.Т., Міщенко В.І., Мороза А.М., А. Юн, Дж. Шеферд, Ф. Танг, К. Фукао, К. Суй, М. Томіяма, Г. Гортон, Дж. Кан, Р. Блейві, Д. ВанХуз, Л. Местер, М.Ф. Фергюсон та Б.А. Стівенсон, А.Д.Ф. Коулман, Н. Ешо, І.Г. Шарп. Однак питання ефективного використання кредитного моніторингу в комерційних банках, як спосіб попередження виникнення проблемної заборгованості у вітчизняній науковій літературі, недостатньо досліджено.

Це обумовлює потребу подальших досліджень цієї складової управління банківськими установами.

**Мета статті.** Метою статті є розгляд основних принципів функціонування системи кредитного моніторингу в банках, аналіз існуючих основ реалізації кредитного моніторингу як складової системи внутрішнього контролю, яка сприятиме максимальній мінімізації витрат ресурсів, оперативній реакції на зміни в фінансовому стані позичальників та оперативному вирішенню ситуацій, що можуть в майбутньому призвести до виникнення проблемної заборгованості. Пропонування шляхів удосконалення деяких аспектів методичного забезпечення для підвищення ефективності і практичної дієвості кредитного моніторингу.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження моніторингу проводилося у кількох напрямках. Зарубіжні вчені, які займаються цією тематикою, ставлять у пряму залежність інтенсивність моніторингу та вартість компанії [9]. Моніторинг з боку банку спонукає менеджмент компанії до більш ефективного управління, що призводить до зростання вартості компанії. Інструментом впливу на керівництво фірми-позичальника може бути динамічна відсоткова ставка, що змінюється залежно від величини того чи іншого фінансового показника.

Якщо банк кредитує фірму повторно, це служить сигналом фінансовому ринку про те, що кредитна організація у процесі моніторингу отримала інформацію, яка зазвичай недоступна для зовнішніх користувачів, і свідчить про достатню кредитоспроможність компанії та високий потенціал її проектів.

Для підтвердження цієї теорії вчені використовують коефіцієнт Тобіна Q [9]. Він розраховується як відношення ринкової вартості компанії до вартості заміни її активів. Аналіз звітності кількох компаній до, під час і після кредитування дозволяє зробити висновок про те, що проведення моніторингу позитивно впливає на величину Q. Аналіз фінансової звітності компаній, що кредитуються, і компаній, які не використовують кредитні кошти, показав, що вільні кошти розподіляються в особистих інтересах керівництва компанії у другому випадку частіше, ніж у першому. Моніторинг знижує негативний ефект від неефективних рішень менеджменту компанії, оскільки дозволяє виявити недоцільність прийнятого рішення раніше. Банк може стимулювати керівництво компанії спрямовувати вільні кошти на підвищення її ринкової вартості.

Підтвердження позитивного впливу моніторингу на вартість компанії вчені знаходять завдяки аналізу показників двох груп компаній:

- компанії без кредиту;
- компанії із кредитом на цілі, що не дають сигналу фінансовому ринку.

До другої групи відносять компанії, що взяли кредит на цілі, які не дають нової інформації ринкам про перспективи зростання компанії або якість їхніх проектів, наприклад, кредити на господарські потреби, погашення боргу або рефінансування боргу іншого учасника ринку. Дані типи кредитів не мають позитивного впливу на ринкову вартість компанії, а отже і ефект залучення додаткових коштів може не братися до уваги. Аналіз діяльності виділених груп компаній показує, що у другому випадку спостерігається підвищення коефіцієнта Тобіна. Причиною цього підвищення є не залучення коштів, а наявність моніторингу, що проводиться банком.

У робочій доповіді американських учених Г. Гортон і Д. Кана порушується проблема зростання ризику реалізації проекту, що кредитується банком [5]. Вчені виділяють такі чотири варіанти дій кредитора при виникненні такої ситуації:

- ліквідувати проект;
- підвищити відсоткову ставку;
- списати частину боргу;
- не реагувати.

Дані методи забезпечують кредитору вплив на керівництво компанії після прийняття рішень. Американські вчені нагадують про необхідність включення до кредитного договору

пункту про відкритість для кредитора інформації про поточний стан проекту, а також вказують на перевагу банківського кредиту перед випуском облігацій через наявність можливості змінити умови договору залежно від реального стану справ.

Американський вчений Д. ВанХуз робить висновок, що банки надають унікальний сервіс моніторингу, оскільки крім фінансової звітності компанії, мають інформацію про реальний рух коштів по рахунках [10]. Цієї теми торкаються і фахівці Федерального резервного банку Філадельфії [6].

Коли позичальник страждає від незапланованих втрат і зростає ймовірність банкрутства, він втрачає стимул до оптимального інвестування. Кредитор, який здійснює моніторинг його поточного рахунку та здатний розпізнати загрозу таких втрат, може створити стимули до дій позичальника, що дозволяє йому підвищити очікувану віддачу. Зокрема, позичальник може докласти зусиль, щоб переконатися, що овердрафт використовується позичальником для фінансування поточної діяльності, а не для покриття неочікуваних збитків.

Доступ до інформації про рух коштів за поточним рахунком – це важлива перевага кредитора, що дає можливість зафіксувати відхилення від стандартного рівня витрат позичальника та початкового бізнес-плану.

Часто обсяг коштів, що доступні позичальнику за кредитною лінією, залежить від суми дебіторської заборгованості та вартості матеріально-виробничих запасів. Для підтвердження цих величин банк вимагає від керівництва компанії звіт про поставки товару, які формують нову дебіторську заборгованість та фактичну оплату рахунків клієнтами аналізованої компанії. Для збільшення обсягу кредитної лінії позичальник може подати звіти з відхиленням від реальних величин. Наприклад, сплачений рахунок або ще не поставлений товар можуть бути включені до дебіторської заборгованості. Подальший аналіз звітності компанії дозволить виявити дані відхилення, проте доступ до поточного рахунку позичальника дає змогу відстежувати рух коштів у режимі реального часу.

Якщо позичальник намагається скоротити обсяг операцій з поточного рахунку в банку-кредиторі і користується послугами з розрахунково-касового обслуговування в іншому банку, то відсутність платежів за придбані матеріали та обладнання та надходження грошових коштів в рахунок оплати клієнтами компанії виставлених рахунків слугуватимуть для фахівців з моніторингу сигналом невиконання позичальником умов договору.

Такий сервіс покращує якість та ринкову вартість кредиту. У реальних ринкових умовах банки мають різний рівень підготовки менеджерів і для проведення моніторингу їм потрібна різна кількість ресурсів. Рішення про необхідність проведення моніторингу має ініціюватись кожним банком окремо шляхом зіставлення очікуваної позитивної віддачі з витратами на реалізацію кредитного моніторингу.

Вчені європейського банківського центру у своїй науковій статті порушують питання:

- як менеджмент банку, банківські регулятори та інвестори кількісно визначають ефективність діяльності банку у сфері моніторингу?
- чи здатні зміни внутрішнього банківського рейтингу компаній передбачити зміни рейтингу компанії у публічному рейтинговому агентстві та навпаки [7]?

Їх теоретична модель передбачає два види агентів з моніторингу: публічний агент (рейтингове агентство) та приватний (банк). Обидва агенти обробляють інформацію про діяльність компанії з метою оцінки її кредитоспроможності. Перший агент використовує лише загальнодоступну інформацію, другий агент - як публічну інформацію, так і приватну. Таким чином, банк комбінує два види інформації, що визначають необхідність точнішого прогнозу. Завданням кредитного бюро є передбачення банкрутства компанії, тоді як банк цікавить ймовірність виникнення простроченої заборгованості, оскільки вимагає збільшення резервів банку.

Досліджувані вченими банки оновлюють рейтинг компанії не частіше ніж один раз на рік. Кредитне бюро збирає інформацію з фінансових інститутів, корпорацій та інших офіційних джерел значно частіше. З цього випливає, що рейтинг кредитного бюро передре

рейтингу банку. З іншого боку, банки мають можливість отримати звіт компанії до моменту його публікації (навіть частково), а також мають доступ до управлінської звітності, отже мають інформаційну перевагу перед кредитним бюро, що дає можливість вплинути на офіційний рейтинг. Таким чином, публічний та приватний рейтинги взаємно впливають один на одного. Порівняння обох рейтингів дає можливість керівництву банку оцінити ефективність роботи менеджерів, які проводять моніторинг позичальників.

Вимоги до дотримання нормативів впливають на інтенсивність проведення моніторингу [7]. Для визначення цього впливу розглядаються дві моделі. У першій – вимоги до капіталу практично відсутні. У цьому випадку банки приймають рішення проводити чи не проводити моніторинг позичальників на основі порівняння витрат та позитивного ефекту від цієї діяльності. У другій моделі на ринку банківських послуг є регулятор, що пред'являє вимоги до рівня капіталу банку. Вимоги до створення резервів спонукають кредитні організації акумулювати у своєму портфелі якісніші позички, а отже, проводити більш інтенсивний моніторинг позичальника. Зворотною стороною цього процесу є тенденція до заміщення організацій, які проводять якісний моніторинг, організаціями, які приділяють цьому менше уваги. Це пояснюється високими витратами на здійснення контролю за діяльністю позичальника і компенсації цих витрат за рахунок підвищення вартості кредиту.

Американські вчені М.Ф. Фергюсон та Б.А. Стівенсон, досліджуючи питання кредитного моніторингу, роблять кілька висновків [4]. Чим більша частка незастрахованих депозитів на рахунках у конкретному банку, тим сильніша його мотивація до підвищення якості моніторингу. Банк, який проводить якісний моніторинг позичальників, має перевагу перед банками, що менш відповідально підходять до цього процесу, оскільки позичальник готовий оформити кредит за вищою ставкою, якщо за його діяльністю буде забезпечено професійний контроль.

В Австралії внесок у визначення ролі моніторингу у процесі кредитування зробили такі вчені як А.Д.Ф. Коулман, Н. Ешо, І.Г. Шарп [3]. Вони стверджують, що ресурси, витрачені на моніторинг, його інтенсивність є одним із ключових факторів визначення таких умов кредитного договору, як рівень процентної ставки, вимоги до забезпечення кредиту та його термін. Кредитні організації, які частіше проводять моніторинг, мають можливість укласти кредитний договір на триваліший термін, оскільки наявність контролю з боку банку визначає якість позички у довгостроковій перспективі. Відсоткова ставка залежить від інтенсивності моніторингу, оскільки банк має можливість визначити рівень ризику проекту, що фінансується, в конкретний момент часу і, використовуючи плаваючу відсоткову ставку, коригувати її розмір залежно від фінансових показників діяльності позичальника.

Японські вчені (К. Фукао, К. Нішімура, К. Суй та М. Томіяма) виділяють два напрями позитивного впливу моніторингу:

- ефект відсіювання;
- ефект удосконалення функціонування [8].

Ефект відсіювання полягає в тому, що банки в результаті аналізу діяльності компаній, що кредитуються, залишають у своєму портфелі лише перспективні фірми та розривають відносини з фірмами зі збитковою діяльністю.

Ефект удосконалення функціонування передбачає участь банківських фахівців як консультантів при прийнятті рішень з метою збільшення прибутковості діяльності фірми.

К. Фукао, К. Нішімура, К. Суй та М. Томіяма вважають, що японськими банками на початку 2000-х років не приділялась достатня увага роботі з позичальниками з метою підвищення прибутковості останніх. Розпізнаючи проблемного позичальника, банки лише «відсівають» його замість надання професійної допомоги, що призвело, на думку вчених, до серйозних проблем у японській банківській системі на початку 2000-х рр.

Спеціаліст Міжнародного валютного фонду Р. Блейві працював над питанням впливу процесу моніторингу на природу видачі позичок. Інформація про позичальників має обмежений характер, а втрати від припинення відносин позичальник - кредитор високі [2]. Останню обставину вчений вважає однією з причин акумуляції в кредитному портфелі позик,



що не повертаються. За певних умов моніторинг дозволяє підвищити ефективність функціонування ринку позикового капіталу, очікуваний прибуток банку та цінність кредиту в економіці.

Виходячи з вищезначеного, можна сформулювати заходи, що дозволять оптимізувати процес моніторингу виданих кредитів всередині кредитної організації. З метою вдосконалення організаційної структури кредитних відділів пропонуємо виділити співробітника, в обов'язки якого входить безпосередній контроль над процесом погашення позички. До переліку використовуваних інструментів необхідно впроваджувати систему так званих тиклерних звітів, що використовується в міжнародній практиці, яка дозволяє фіксувати відхилення фактично отриманих даних від запланованих.

Вважаємо за доцільне виділити кілька напрямів проведення кредитного моніторингу: моніторинг кредитного ризику; моніторинг кредитного портфеля; моніторинг кредитної політики; а також кілька етапів у процесі моніторингу кредитного портфеля:

- оцінка кожної виданої банком позички та віднесення її до відповідної групи;
- визначення структури кредитного портфеля у межах класифікованих позичок;
- оцінка якості кредитного портфеля загалом; аналіз чинників, які впливають на зміну структури кредитного портфеля в динаміці;
- визначення суми резервного фонду, адекватного сукупному ризику кредитного портфеля банку;
- розробка заходів щодо покращення якості кредитного портфеля.

Одним із найактуальніших напрямів дослідження моніторингу є визначення якості моніторингу.

Щоб визначити якість моніторингу, що проводиться банком, різні вчені пропонували використовувати такі показники, як рейтинг банку (М. Біллет) [1], резерви на втрати за кредитами (С. Джонсон) [5] і розмір банку. М. Біллет аргументує свою позицію тим, що банки, які дбають про свою репутацію та бажають підтримувати свій рейтинг на високому рівні, проводитимуть моніторинг більш ефективно. С. Джонсон наполягає на тому, що зміни в резервах на можливі втрати за кредитами характеризують зміни в оцінці якості кредитного портфеля банку, а отже, якості моніторингу.

Для кількісного виміру інтенсивності моніторингу можливе запровадження такого показника, як відношення працівників, які вивчають діяльність позичальників, до загальної кількості працівників банку (ЕОН ratio) [8]. Коефіцієнт ЕОН у регіональних банках нижчий, ніж у банках, що мають широкую мережу філій. Це пояснюється тим, що чим більший банк, тим більше працівників залучено до вивчення та аналізу розміщених у кредитах активів банку.

Австралійський вчений А.Д.Ф. Коулман [3] розробив показник, що дозволяє оцінити його ефективність - кількість та якість персоналу, задіяного в моніторингу. Якість персоналу визначається розміром заробітної плати, а чисельність персоналу визначає обсяг моніторингу. Коулман використовує відношення витрат на заробітну плату та загальних витрат, що відображає обсяг коштів, які банк інвестує у відповідальних за моніторинг співробітників. Проте це відношення характеризує не тільки орієнтованість банку на моніторинг, а й структуру кредитного портфеля, організаційну структуру банку, ефективність витрат і розмір банку.

Дані показники, звісно, є результатом діяльності банку з моніторингу позичальників. Проте кожен із показників, що розглядаються у роботах зарубіжних учених, односторонньо характеризує моніторинг. Крім того, окремі показники зазнають впливу інших управлінських рішень, що не мають відношення до сфери моніторингу кредитів. Безперечно, банки, які якісно проводять моніторинг, мають менше проблемних активів, зростають вищими темпами та мають більш високий рейтинг. Однак ці показники відображають і якість діяльності банку за напрямками, відмінними від моніторингу. Наприклад, рейтинг банку або резерви на можливі втрати від позик відображають його орієнтованість на ризик та агресивність на ринку позикового капіталу. Швидкість зростання обсягу банку може відбивати його

репутацію і якість послуг. Збільшення розміру резервів на можливі втрати за позиками може бути результатом різкого погіршення економічної ситуації і ніяким чином не стосуватись якості моніторингу після видачі кредиту.

Для багатосторонньої оцінки якості моніторингу кредитів, що проводиться банком, слід розглядати кілька показників у сукупності. Автори пропонують не обмежуватися стандартним лінійним розрахунком величин та змоделювати якість моніторингу об'ємно за допомогою 3D-моделі. Основа моделі - тривимірна система координат, де вісь абсцис - показник 1, вісь ординат - показник 2, вісь аплікату - показник 3. Користувач даної моделі в залежності від напрямку та глибини аналізу визначає показники якості моніторингу, вимірює їх величини, зазначає на відповідних осях та знаходить положення точки у системі координат. На осях відзначені діапазони низьких та прийнятних значень показників 1, 2, 3. Числове вираження даних діапазонів визначає фахівець банку на основі досліджених даних та поставлених цілей. Кожній із зон відповідає певний характер моніторингу, обумовлений величинами показників, що перетинаються. Попадання точки з координатами в одну із зон свідчить про відповідність характеристик моніторингу, що притаманні саме цій зоні.

**Висновки.** Таким чином, в процесі дослідження робіт зарубіжних учених нами виявлена необхідність розробки способу, що дозволить повноцінно визначити якість моніторингу кредитів. Багатосторонню та об'єктивну оцінку може забезпечити використання тривимірних моделей, де як осі координат будуть виступати показники якості, що варіюються в залежності від цілей та глибини аналізу якості моніторингу. Запропоновані заходи дозволяють оцінити кілька показників якості моніторингу в сукупності та співвіднести витрачені ресурси та отриманий результат. Регулярний аналіз якості моніторингу, у свою чергу, дозволяє своєчасно реагувати на зміну фінансового стану позичальника та коригувати політику банку, що позитивно позначається на лояльності клієнтів, величині прибутку і, отже, капіталізації банку.

### Список літератури

1. Billet M., Flannery M., Garfinkel J. Are bank loans special? Evidence on the post-announcement performance of bank Borrowers // University of Florida working paper. 2003. November.
2. Blavy R. Monitoring and commitment in bank lending behavior // IMF working paper. WP/05/222.
3. Coleman A.D.F., Esho N., Sharpe I.G., Forthcoming. Does bank monitoring influence loan contract terms? // Journal of financial services research.
4. Ferguson M.F., Stevenson B.A. What's different about banks depositor discipline and active monitoring. 2007. 16 november.
5. Gorton G., Kahn J. The design of bank loan contracts, collateral, and renegotiation / NBER working paper series // Working paper. №4273.
6. Johnson S. The effect of bank reputation on the value of bank loan agreements // Journal of accounting / Auditing and finance. 1997. Vol. 24. Pp. 83-100.
7. Kopecky K.J., Van Hoose D.D. Capital regulation, heterogeneous monitoring costs, and aggregate loan quality. 2004. November.
8. Kyoji Fukao, Kiyohiko G. Nishimura, Qing-Yuan Sui, Masayo Tomiyama. Japanese banks' monitoring activities and the performance of borrower firms: 1981-1996 / Hitotsubashi university research unit for statistical analysis in social sciences // Discussion paper series. №42.
9. Shepherd J., Tung F., Yoon A. What else matters for corporate governance? The case of bank monitoring // Emory university school of law / Law&Economics research paper series, research paper. №08-35.
10. VanHoose D. Capital regulation and loan monitoring in a diverse banking system // Networks financial institute at Indiana state university. Policy Brief. 2006-PB-09.

УДК 621.91.01

**Р. Чагайна, магістрант**

**А. Апаракін, канд. техн. наук, ст. викладач**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## МЕТОДИКА ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ СИЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПРОДУКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЗУБОФРЕЗЕРУВАННЯ

У роботі представлено методику, за допомогою якої можна здійснювати порівняння методів черв'ячного зубофрезерування. Використання запропонованої методики може спростити проектування та розробку більш прогресивних методів черв'ячного зубофрезерування, які засновані на кардинально інших принципах різання та формоутворення.

**зубофрезерування, шестерня, черв'ячна фреза, формоутворення, енергоємність**

**Постановка проблеми.** Черв'ячне зубофрезерування це дуже енергоємний процес, зі складними умовами різання та стружкоутворення, який характеризується нерівномірним навантаженням і зносом окремих зубців фрези. В свою чергу все це впливає на точність обробки та на ресурс зубообробного обладнання. Традиційний метод майже вичерпав свої резерви по підвищенню ефективності, так як має суттєві обмеження по швидкості різання та подачі, зносу інструменту та забезпеченню необхідної якості обробки зубчастих коліс.

Черв'ячні фрези являються дорогим інструментом зі складною геометрією. Вони представлені переважно суцільнометалевими конструкціями, однак існують декілька збірних варіантів, які не набули широкого розповсюдження через дороговизну, низьку жорсткість та надійність.

Перспектива подальшого підвищення ефективності обробки зубчастих коліс відкривається для методів, які реалізуються на основі зміни кінематики різання із використанням відмінних від традиційного методу схем різання. Але перш ніж виконувати розробку таких методів, необхідна проста і доступна методика порівняльної оцінки нових методів черв'ячного зубофрезерування, зокрема по параметрам формоутворення та по показникам продуктивності та силових характеристик методів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження процесів різання при черв'ячному зубофрезеруванні не дуже популярні в останній час. Увага провідних науковців в галузі обробки різанням привернута до нових інструментальних порошкових матеріалів та зносостійких покриттів [1], які значно підвищують експлуатаційні характеристики черв'ячних фрез, зокрема розмірну стійкість (зменшення зносу), жаростійкість а отже збільшують допустимі максимуми подач і швидкості різання. Також розповсюдження набувають дослідження вузькоспеціальних характеристик методу за допомогою комп'ютерного моделювання. Такого роду дослідження проводяться як вітчизняними вченими, такими як Грицай І. Є [2], так і зарубіжними – Antoniadis A. [3], , Hyatt G. [4], Stein S. [5], Karpuschewski B. [6]. Однак у розглянутих дослідженнях відсутні спроби кардинально змінити принцип формоутворення при черв'ячному зубофрезеруванні, який і є головним джерелом негативних факторів при обробці, а лише здійснюється нейтралізація негативних наслідків.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є розробка методики порівняльної оцінки методів черв'ячного зубофрезерування на основі тривимірної моделі кінематики та розрахунку показників продуктивності та силових характеристик методів з використанням показника швидкості знімання матеріалу «material removal rate».

Для досягнення поставленої мети, вирішувались наступні задачі:

1. Розробити методику порівняльного аналізу процесів утворення евольвентного профілю методом черв'ячного зубофрезерування на основі тривимірної комп'ютерної кінематичної моделі.
2. Розробити методику порівняльного аналізу енергоємності процесів зубофрезерування на основі даних та результатів дослідження процесів утворення евольвентного профілю.

**Об'єктом дослідження** є черв'ячні фрези.

**Предметом дослідження** є процес утворення евольвентного профілю та вплив його показників на сили різання та енергоємність процесу зубофрезерування, в залежності від прийнятого методу формоутворення.

Виклад основного матеріалу. Показником, який обрано для порівняння ефективності процесів різання при зубофрезеруванні, є енергоємність різання. Розрахунок цього показника можна проводити через визначення сили різання. Енергоємність та сили різання мають ключовий вплив на різальний інструмент, вузли верстата, їх ресурс та працездатність, що у свою чергу позначиться на точності обробленого зубчастого колеса. Задля спрощення розрахунків та по причині циклічності обробки зубчастого вінця, допустимо розглядати обробку однієї міжзубової западини.

Відомі дослідження [7, 8, 9], присвячені вивченню силового портрету при черв'ячному зубофрезеруванні, розглядають процес різання комплексно, із урахуванням значної кількості параметрів, для максимальної достовірності результатів. У розроблюваній методиці здійснено спрощення до рівня, який не враховує постійні параметри, константи, а враховує лише ті параметри, які необхідні для порівняння ефективності методів.

У роботі використовується за основу відома методика дослідження процесів утворення профілю, яка описана у роботах [7, 8, 9, 10, 11]. Методика створена для точного визначення недеформованих зрізів, які знімає кожен з зубців черв'ячної фрези, який здійснює профілювання міжзубової западини. Реалізація процесу, у роботах, виконується як графоаналітично, так і за допомогою розробленого авторами програмного забезпечення.

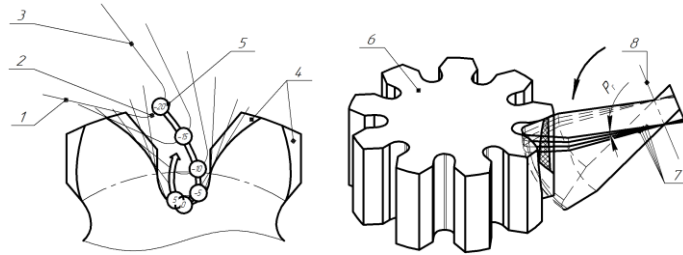
Дослідження процесів утворення профілю починається зі створення тривимірних комп'ютерних моделей заготовки та інструменту у середовищі CAD-системи. Важливою умовою точного відтворення розмірів і форми одиничних зрізів є точне відтворення рухів і кінематики процесу різання. Для цього у методику введено поняття позицій генерації профілю та радіальних позицій по траєкторії руху зубця фрези.

Фактично, позиція генерації профілю відповідає кожному зубцю фрези, який здійснює врізання при обробці міжзубової западини, а радіальні позиції по траєкторії руху – шлях, який проходить обумовлений зубець, від початку врізання у тіло заготовки до його виходу. Такі поняття введені для зручності дослідження методу зубофрезерування, з огляду на його складну кінематику. На рис. 1 приведено схему розташування позицій генерації та радіальних січних площин при черв'ячному зубофрезеруванні.

Визначення форми та розмірів недеформованих площин зрізів, які знімає кожен з зубців черв'ячної фрези, відбувається із фіксацією саме у позиціях генерації у заготовці, яка сформована на попередніх позиціях генерації, у всіх радіальних позиціях траєкторії. Це відбувається шляхом порівняння із накладенням зображення поперечного перерізу деталі перед та після здійснення процесу різання і формоутворення окремим зубцем фрези, а головна умова для отримання коректного зображення геометричної форми розмірів недеформованих зрізів – це послідовна обробка зубцем фрези заготовки, яка сформована на попередніх позиціях генерації, із заданою вісевою подачею.

Нумерація позицій генерації при традиційному черв'ячному зубофрезеруванні починається з від'ємних значень, при роботі зубця черв'ячної фрези вхідною різальною кромкою, перетинає положення «0», яке відповідає симетричному положенню зубця у западні зубчастого колеса, та продовжується у додатному напрямку при роботі вихідною різальною кромкою.

По отриманим значенням недеформованих площин зрізу та чисельним значенням ширини та товщини одиничних зрізів, для наочності процесу формоутворення можна побудувати графіки у трьох координатах, які враховують номер позиції генерації і номер січної площини та параметр за вибором – ширину, товщину чи площу зрізу.



1 – вхідна різальна кромка; 2 – різальна кромка на вершині зубця; 3 – вихідна різальна кромка; 4 – припуск на обробку; 5 – позиція генерації зубчастого колеса; 6 – заготовка; 7 – радіальні позиції по траєкторії руху зубця; 8 – вісь обертів фрези;  $P_r$  – крок радіальних позицій по траєкторії руху зубця.

Рисунок 1 – Схема розташування позицій генерації та радіальних позицій по траєкторії руху зубця фрези

Геометричні розміри одиничних зрізів (глибина та ширина) на кожній позиції генерації, які отримані у результаті дослідження процесів утворення профілю на базі тривимірних комп'ютерних моделей кінематики зубофрезерування, являються вихідними даними для розрахунку параметрів продуктивності, сили різання та енергоємності процесу зубофрезерування.

Оцінка енергоємності процесу виконується по наступним показникам [12, 13]:

- швидкість знімання матеріалу (material removal rate)  $Q$ ,  $\text{см}^3/\text{хв}$ ;
- споживана потужність  $P_c$ , Вт;
- сила різання  $F_c$ , Н;
- відносний модуль енергоємності  $|E|$ , відн. од. ен.

Ключовий параметр – споживана потужність, тобто потужність, необхідна для видалення одиниці об'єму матеріалу. Параметр є мірою опору матеріалу різанню, а також вказує на ефективність умов різання. Типові значення для звичайних матеріалів дозволяють зробити оцінку потужності різання та сили різання для заданих показників видалення металу. Ці показники корисні для конструкторів верстатів, технологів та інженерів з планування виробництва.

Швидкість знімання матеріалу  $Q$  розраховується за формулою,  $\text{см}^3/\text{хв}$ :

$$Q = \frac{t \times b \times V_f}{1000}, \quad (1)$$

де  $t$  – глибина різання, мм;

$b$  – ширина різання, мм;

$V_f$  – хвилинна подача, мм/хв.

Споживана потужність  $P_c$  визначається з виразу, Вт:

$$P_c = \frac{Q \times K_c}{60}, \quad (2)$$

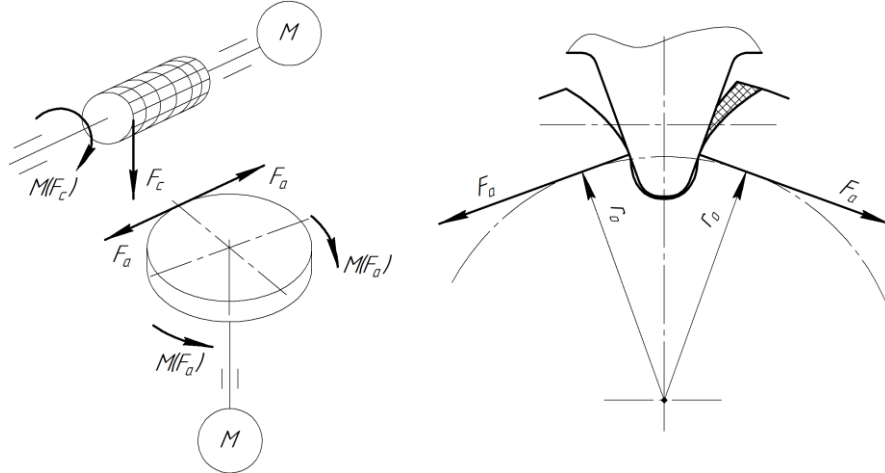
де  $K_c$  – питомий тиск різання, параметр який залежить від фізичних властивостей матеріалу та умов різання, приймається за довідковими матеріалами, МПа.

Сила різання  $F_c$  визначається з виразу, Н:

$$F_c = \frac{P_c \times 60}{V_f}. \quad (3)$$

З огляду на моделювання обробки однакових заготовок при однакових умовах різання, головну роль для визначення усіх параметрів будуть грати значення ширини та товщини зрізів та характер їх розподілення у межах обробки однієї міжзубової западини.

Схема утворення моментів від сил різання представлена на рис. 2 для традиційного черв'ячного зубофрезерування. На схемах показано вектори сил різання у верстатному зачепленні, та видно, як утворюється зміна напрямку моменту різання  $M(F_a)$ , яка викликана зміною напрямку вісєвої сили різання  $F_a$  у проміжку між обробкою вхідною бічною різальною кромкою черв'ячної фрези та роботою вихідною різальною кромкою.



$r_o$  – радіус основного кола;  $F_c$ ,  $F_a$  – складові сили різання;  $M(F_{c,a})$  – моменти сил різання.

Рисунок 2 – Утворення моментів від сил різання при традиційному черв'ячному зубофрезеруванні.

Визначення моменту від вісєвої сили різання  $F_a$ , що діє на столі верстату, для традиційного черв'ячного зубофрезерування відбувається як сила  $F_a$  помножена на плече, у даному випадку – радіус основного кола  $r_o$  оброблюваної деталі:

$$M(F_a) = F_a \times r_o. \quad (4)$$

У випадку, якщо необхідно визначити інші складові сили різання, методикою допускається використання їх наближеного значення, яке виведене із відношення до значення тангенціальної складової  $F_c$  [13]:

$$F_c : F_a : F_r = 4 : 2 : 1. \quad (5)$$

Також у даній методиці теоретичного дослідження, для спрощення розрахунків моменту на інструментальному шпінделі, можна знехтувати геометричними розмірами фрези, зокрема зовнішнім діаметром, тобто прийняти  $r_\phi = 1$ . Отже момент від тангенціальної сили різання на шпінделі інструменту буде тотожний модулю сили, як показано у виразі:

$$M(F_c) = F_c \times r_\phi \equiv |F_c|. \quad (6)$$

Відносна енергоємність  $|E|$  – це визначене через відносне значення сили різання  $|F_c|$  значення енергоємності, що має місце у межах обробки однієї міжзубової западини. Визначається відносний модуль енергозатрат через відому формулу фізичної роботи механічної  $A$ :

$$A = F \times V \times T, \quad (7)$$

де  $F$  – сила, Н;

$V$  – швидкість, м/с;

$T$  – час, с.

Так як при модулюванні ми розглядаємо обробку із однаковими швидкостями різання та параметром, який можна ототожнити із часом  $T$  – обробка западини між двома зубцями, тобто обробка зубчастого колеса з обертом на  $\phi$  град. (тобто  $\phi \equiv T$ ), відносна енергоємність розраховується з виразу:

$$|E| = \int_{\varphi=0}^{\varphi=\max} \sum |F| d\varphi. \quad (8)$$

Отримані значення швидкості знімання матеріалу (material removal rate)  $Q$ , шляхом підстановки значення ширини і товщини різання у формулу (1) та розраховані на її основі споживана потужність  $P_c$  (2) та сила різання  $F_c$  (3), можна представляти у вигляді графіка. Відносний крутний момент на шпінделі деталі  $M(F_a)$ , визначений по формулі (4), та крутний момент на інструментальному шпінделі  $M(F_c)$ , визначений по формулі (6), також можна представляти у вигляді графіку. Порівняльну оцінку енергоємності здійснюємо в умовних одиницях енергоємності.

**Висновки.** У роботі представлена розроблена методика порівняльної оцінки методів черв'ячного зубофрезерування на основі тривимірної моделі кінематики та розрахунку показників продуктивності та силових характеристик методів з використанням показника швидкості знімання матеріалу «material removal rate». Пропонована методика має практичну цінність для дослідників, які працюють у напрямку створення більш ефективних методів черв'ячного зубофрезерування та вирішення проблем та недоліків традиційного методу.

## Список літератури

1. New Developments in Gear Hobbing / Dr. Oliver Winkel // *Gear Technology*. – 2010. – March/April. – P. 45–52.
2. Громнюк С. І. Моделювання складових сумарної похибки і точності зубчастих коліс в радіально-коловому способі зубонарізання / С. І. Громнюк, І. Є. Грицай // *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ"* : зб. наук. пр. Темат. вип. : Проблеми механічного приводу. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2014. – № 31 (1074). – С. 24-28.
3. Antoniadis A. Gear skiving – CAD simulation approach / A. Antoniadis // *Computer-Aided Design journal*. – 2012. – Volume 44, Issue 7. – P. 611–616.
4. Hyatt G. A Review of New Strategies for Gear Production / G. Hyatt, M. Piber, N. Chaphalkar, O. Kleinhenz, M. Mori // *Procedia CIRP*. 6th CIRP International Conference on High Performance Cutting. – 2014. – Volume 14. – P. 72-76.
5. Stein S. Gear hobbing: a contribution to analogy testing and its wear mechanisms / S. Stein, M. Lechthaler, S. Krassnitzer, K. Albrecht, A. Schindler, M. Arndt // *Procedia CIRP*. 5th CIRP Conference on High Performance Cutting. – 2012. – Volume 1. – P. 220-225.
6. Karpuschewski B. High Performance Gear Hobbing with powder-metallurgical High-Speed-Steel / B. Karpuschewski, H-J. Knoche, M. Hipke, M. Beutnera // *Procedia CIRP*. 5th CIRP Conference on High Performance Cutting. – 2012. – Volume 1. – P. 196-201.
7. Gear hobbing cutting process simulation and tool wear prediction models / K. D. Bouzakis, S. Kombogiannis, A. Antoniadis, N. Vidakis. // *Journal of manufacturing science and engineering*. – 2002. – Vol. 124. – P. 42–51.
8. Manufacturing of cylindrical gears by generating cutting processes: A critical synthesis of analysis methods / K. D. Bouzakis, E. Lili, N. Michailidis, O. Friderikos. // *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. – 2008. – №57. – P. 676–696.
9. Schmidhammer A. Die Verschleißerscheinungen an Wälzfräsern und ihre Ursachen / Schmidhammer. // *Technische Nachrichten Fette*. – 1980. – №270. – S. 211.
10. Cutting performance increasing in gear hobbing by means of HSS hobs, coated with effective PVD films [Електронний ресурс] / K. D. Bouzakis, S. Kombogiannis, O. Friderikos, J. Anastopoulos. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.researchgate.net/publication/237672470\\_Cutting\\_performance\\_increasing\\_in\\_gear\\_hobbing\\_by\\_means\\_of\\_HSS\\_hobs\\_coated\\_with\\_effective\\_PVD\\_films](https://www.researchgate.net/publication/237672470_Cutting_performance_increasing_in_gear_hobbing_by_means_of_HSS_hobs_coated_with_effective_PVD_films).
11. Dimitriou V. Advanced Computer Aided Design Simulation of Gear Hobbing by Means of Three-Dimensional Kinematics Modeling / V. Dimitriou, N. Vidakis, A. Antoniadis. // *Journal of manufacturing science and engineering*. – 2007. – Vol. 129. – p. 911–918.
12. A.L.M.T. Corp. - Formula to calculate cutting process [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://www.allied-material.co.jp/en/products/diamond/knowledge/cutting\\_formula.html](https://www.allied-material.co.jp/en/products/diamond/knowledge/cutting_formula.html).
13. Principles of Engineering Manufacture (Third Edition) / Stewart C. Black, Vic Chiles, A.J. Lissaman, S.J. Martin // Butterworth-Heinemann. - 1996. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-340-63195-9.X5000-7>.

УДК 621.7

**І. Мілай, магістрант**

**О. Скібінський, канд. техн. наук, доцент**

**А. Заїка, аспірант**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## РОЗРОБКА ВЕРСТАТА ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ З ЛАНКАМИ ПОСТІЙНОЇ ДОВЖИНИ

У статті розглянуто основні схеми механізмів з паралельною кінематичною структурою, проаналізовано можливість їх використання у верстатному обладнанні з трьома координатними переміщеннями робочого органу. Для досліджень обрано механізм «ортоглайд», який дає змогу забезпечити робочий простір наблизений за формою до куба. Розраховано та проаналізовано зворотні кінематичні залежності механізму обладнання на основі механізмів паралельної структури, «ортоглайд», зворотні кінематичні залежності, особливі положення

**Постановка проблеми.** Обладнання на основі механізмів паралельної структури відіграють важливу роль в різних галузях техніки, включаючи робототехніку, машинобудування та авіацію. Їх особливість полягає в тому, що кінематика взаємодії рухомих частин визначається в основному паралельним розташуванням зв'язків та шарнірів, що дозволяє досягати високої точності та стійкості в русі.

Основною особливістю паралельних кінематичних структур є використання паралельних зв'язків, що дозволяють керувати рухом кількох частин одночасно. Це сприяє високій швидкості та точності переміщень. [1]

Механізми з паралельною кінематичною структурою мають високий рівень стійкості та жорсткості, що робить їх ефективними в галузях, де потрібна велика точність та мінімальні відхилення від заданих траєкторій.

Порівняно з іншими типами механізмів, паралельні структури часто є меншими та легшими, що робить їх ефективними в областях з обмеженим простором.

Паралельні механізми широко використовуються в промислових роботах, де важлива точність та швидкість рухів. Вони застосовуються у виробництві, зборці, а також у хірургічних роботах.

У виробництві та монтажі складних механізмів, де потрібно багато ступенів вільності та точність позиціонування, паралельні структури можуть забезпечити оптимальні умови для роботи [2].

У системах управління літальними апаратами та дронами, паралельні кінематичні механізми можуть забезпечувати швидке та точне управління.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження та розвиток паралельних кінематичних механізмів продовжуються, як вітчизняними (А. Кириченко, В. Струтинський, Ю. Кузнецов, І. Валявський) так і закордонними (J-P.Merlet, D. Chablat, P. Wenger) вченими, щоб ще більше розширювати можливості використання даних механізмів в різних галузях.

**Мета й завдання дослідження.** Метою дослідження є розробка та дослідження роботи трьохкоординатного верстата з ланками постійної довжини.

Розглянувши основні схеми механізмів з паралельною кінематичною структурою, проаналізуємо можливість їх використання у верстатному обладнанні з трьома координатними переміщеннями робочого органу.

Очевидно, що для трьохкоординатної обробки можна застосувати трьохкоординатні механізми («трипод», «тріаглайд», «дельта»).



Схеми типу «трипода» та «тріаглайда» вимагають додаткового застосування механізму орієнтації осі робочого органу [3]

Механізм «ортоглайд» дає змогу забезпечити робочий простір наближений за формою до куба, що безумовно є ще однією перевагою в порівнянні з іншими трьохкоординатними механізмами паралельної структури [4].

**Об'єктом дослідження** є механізм паралельної структури з ланками постійної довжини «ортоглайд».

**Предметом дослідження** є залежність положення приводів від положення виконавчого органа верстата на основі механізму «ортоглайд».

Виклад основного матеріалу. Розроблена тривимірна модель трьохкоординатного верстата паралельної структури з ланками постійної довжини зображена на рисунку 1.

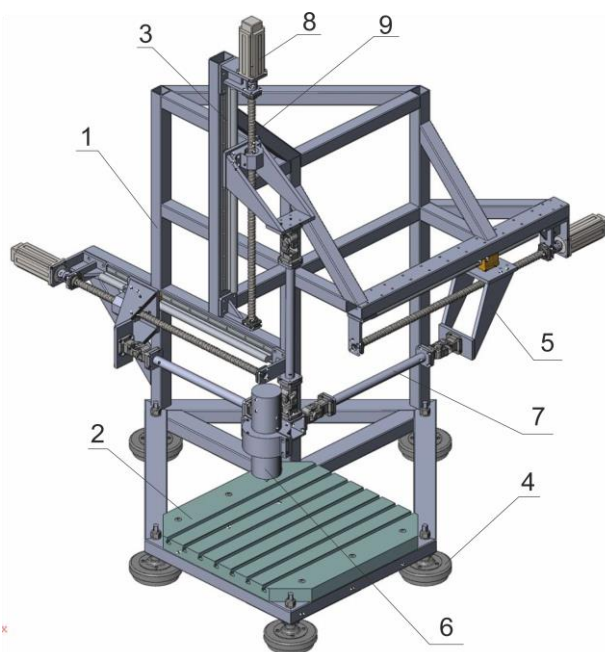


Рисунок 1 – Модель трьохкоординатного верстата паралельної структури з ланками постійної довжини

Верстат містить основу, яка складається зі зварної рами 1, розміщеного на ній столу 2, напрямних рейок 3 та віброопор 4. Напрямні рейки встановлені на раму ортогонально, тобто взаємоперпендикулярно. По напрямним рухаються повзуни 5, які шарнірно зв'язані зі шпиндельним вузлом 6 за допомогою штанг постійної довжини 7.

Працює верстат наступним чином. Заготовка, що оброблюється, встановлюється і закріплюється на столі 2. Потім вмикаються приводи, які забезпечують шпиндельному вузлу 6 рухи формоутворення. Починається процес обробки.

Регульовані електродвигуни 8 за допомогою кулько-гвинтових передач 9 надають повзунам 5 взаємоузгоджені переміщення вздовж осей X, Y та Z по напрямним кочення 3. Шарнірне з'єднання повзунів 5 за допомогою штанг постійної довжини 7 зі шпиндельним вузлом 6 дає можливість останньому переміщуватись над столом 2 по координатам X, Y та Z.

Таким чином, конструкція розробленого верстата на основі механізму паралельної структури «ортоглайд» вирішує задачу зменшення інерційності рухомих елементів та матеріаломісткості в цілому.

Кінематика ортоглайда показана на рисунку 2. Це складові трьох ідентичних кінематичних ланцюгів, які формально описуються як PRPaR, де P, R і Pa означають призматичний, повторно витий, і шарніри паралелограма відповідно. Є три приводи, які приводять в дію ортогональні призматичні шарніри. Тіло (з інструментом) з'єднується з призматичними шарнірами через набір трьох кінематичних ланцюгів. Усередині кожного

ланцюга, один паралелограм використаний і орієнтований так, що тіло обмежене лише до перевідних переміщень. Аранжування шарнірів в ланцюгах PRPaR було визначене, щоб виключити будь-яку реакцію зв'язку в Декартовій робочій області. [4]

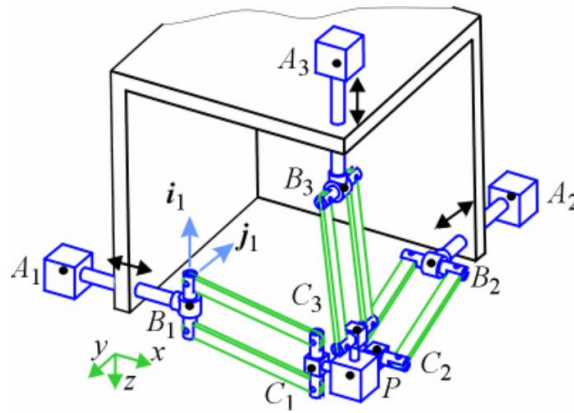


Рисунок 2 – Розрахункова схема ортоглайда.

Щоб отримати кінематичні вирівнювання ортоглайда, розміщують довідковий корпус в пересіченні призматичних об'єднаних координат і вирівнюють координатну вісь з ними (Рис. 3), дотримуючись правила "правої руки". Позначимо також вхідний вектор призматичних змінних шарнірів як  $i$  і вектор позиції вихідних відгуків centre пункту інструменту, як  $p = (p_x, p_y, p_z)$ . Зважаючи на очевидні властивості паралелограмів, геометрична модель ортоглайда може бути представлена в спрощеній формі, яка зв'язується сполучено сферичними шарнірами до центру інструменту в одній стороні і до призматичних шарнірів передачі в іншій стороні. Використовуючи це позначення, кінематичні вирівнювання ковзання можуть бути написані як вказано нижче:

$$\begin{aligned} (p_x - \rho_x)^2 + p_y^2 + p_z^2 &= L^2 \\ p_x^2 + (p_y - \rho_y)^2 + p_z^2 &= L^2 \\ p_x^2 + p_y^2 + (p_z - \rho_z)^2 &= L^2 \end{aligned} \quad (1)$$

де  $L$  - довжина паралелограма "Нульова" позиція  $p_0 = (0,0,0)$  відповідає змінні шарнірів  $= (L, L, L)$ , (Рис. 4).

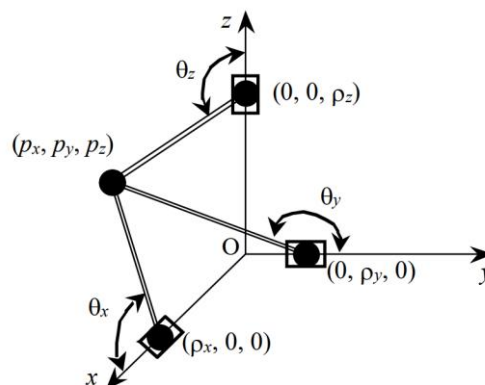


Рисунок 3 – Геометрична модель

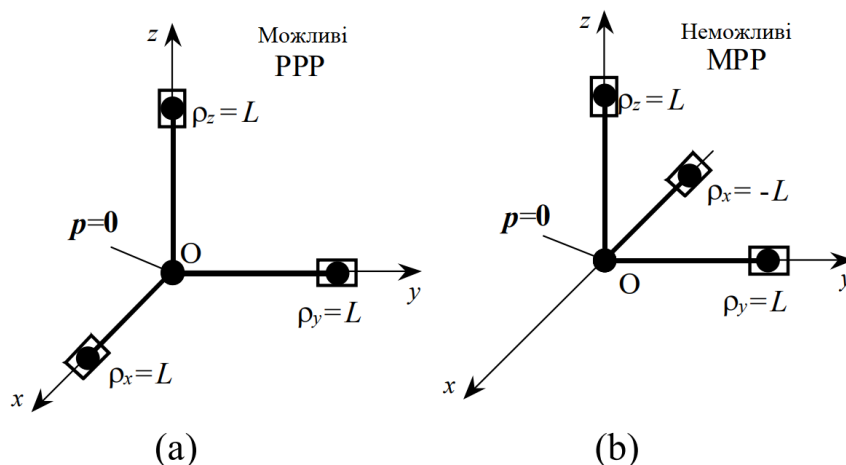


Рисунок 4 – Можливі і неможливі «нульові» конфігурації

Наступні обмеження:

$$0 < \rho_x \leq 2L; 0 < \rho_y \leq 2L; 0 < \rho_z \leq 2L \quad (2)$$

які по суті впливають на форму робочої області. Верхня границя ( $p < 2L$ ) і нижня ( $p > 0$ ).

Для зворотної кінематики, позиція кінцевої точки ( $p_x, p_y, p_z$ ), мета – знайти об'єднані змінні ( $\rho_x, \rho_y, \rho_z$ ). Розраховуючи зворотну кінематику є декілька рішень, відповідних тій же локалізації інструменту, рішення мають бути відносно «гілки» алгоритму. Наприклад, якщо мета – досягти послідовності переміщення інструменту по дуговій траєкторії, треба уникати можливих появ нульових конфігурацій рухів маніпулятора. Від геометричної моделі (1) ортоглайда, зворотні кінематичні вирівнювання можуть бути виведені, як:

$$\begin{aligned} \rho_x &= p_x + S_x \sqrt{L^2 - p_y^2 - p_z^2} \\ \rho_y &= p_y + S_y \sqrt{L^2 - p_x^2 - p_z^2} \\ \rho_z &= p_z + S_z \sqrt{L^2 - p_x^2 - p_y^2} \end{aligned} \quad (3)$$

де  $s_x, s_y, s_z$  - індекси, які дорівнюють  $\pm 1$ . Вісім різних гілок зворотного кінематичного алгоритму, який буде надалі PPP, MPP...MMM, наступний за знаком відповідного коефіцієнта (тобто зображення знаками MPP відповідає індексам:  $S_x = -1; S_y = +1; S_z = +1$ )

Очевидно, що, якщо зворотне кінематичне рішення існує, то кінцевий результат ( $p_x, p_y, p_z$ ) належить до об'єму, зв'язаного перетином трьох циліндрів

$$C_L = \left\{ \mathbf{P} \mid p_x^2 + p_y^2 \leq L^2; p_x^2 + p_z^2 \leq L^2; p_y^2 + p_z^2 \leq L^2 \right\} \quad (4)$$

це гарантує позитивні значення під квадратним коренем в (3). Проте, це не достатньо, оскільки нижчі об'єднані межі (2) накладають додаткові обмеження, які скорочують вибір потенційного рішення.

$$\begin{aligned} p_x &> -S_x \sqrt{L^2 - p_y^2 + p_z^2}; \\ p_y &> -S_y \sqrt{L^2 - p_x^2 + p_z^2}; \\ p_z &> -S_z \sqrt{L^2 - p_x^2 + p_y^2}, \end{aligned} \quad (5)$$

Маючи розв'язок зворотних кінематичних залежностей, за допомогою програмного середовища MATLAB, моделюємо роботу приводів верстата згідно схеми (Рис. 3.6), а саме: переміщення приводів  $P_x, P_y, P_z$  в залежності від прямолінійного переміщення робочого органу по одній з координат протягом 2 секунд (Рис. 3.6, 3.7, 3.8).

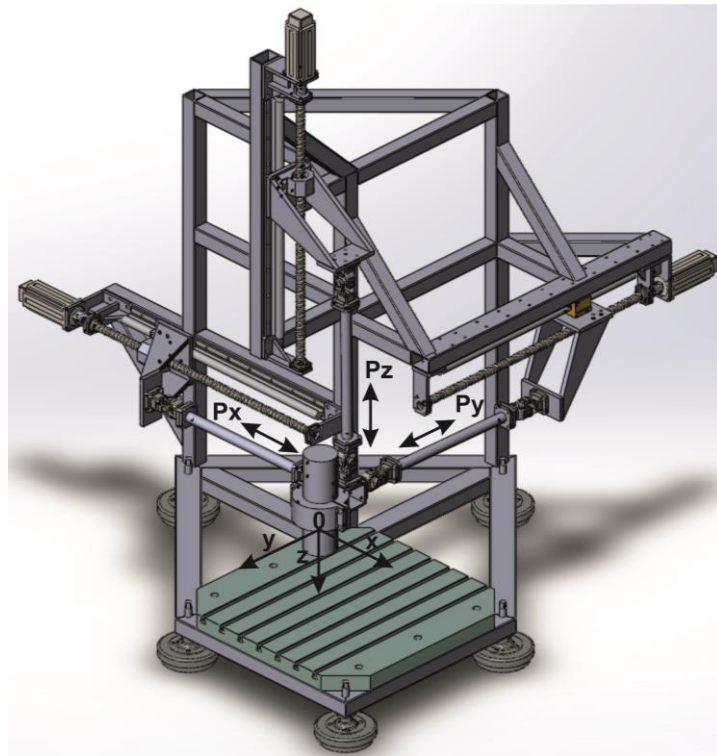


Рисунок 6 – Схема напрямів переміщення робочого органу та приводів верстата

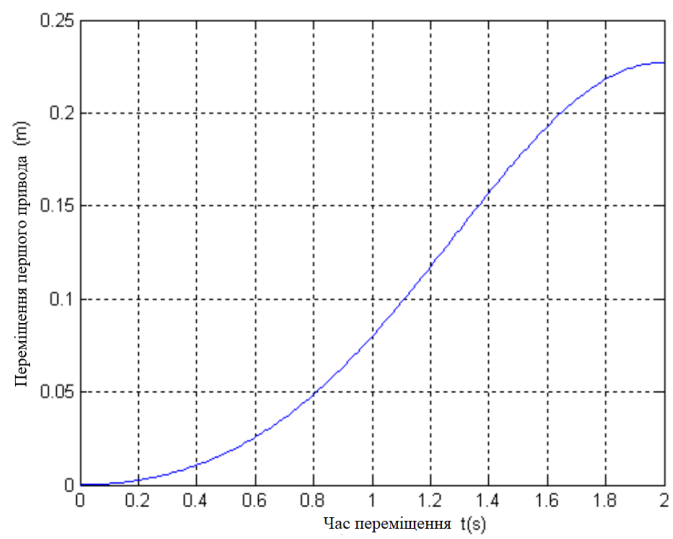


Рисунок 7 – Залежність переміщення першого привода від переміщення робочого органу

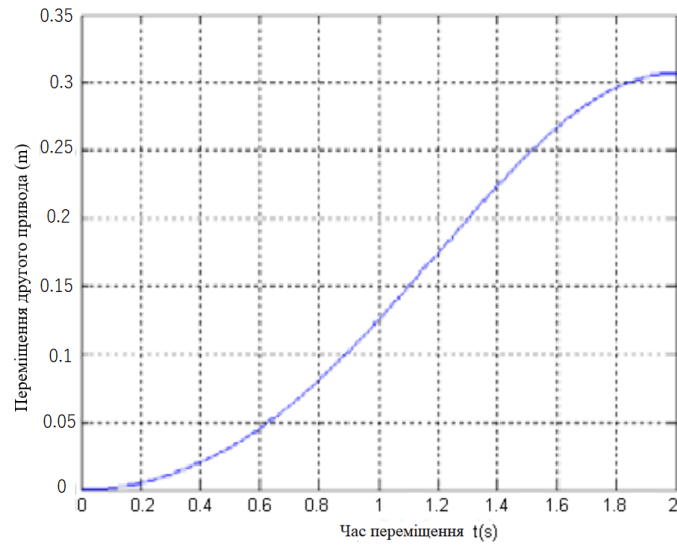


Рисунок 8 – Залежність переміщення другого привода від переміщення робочого органу

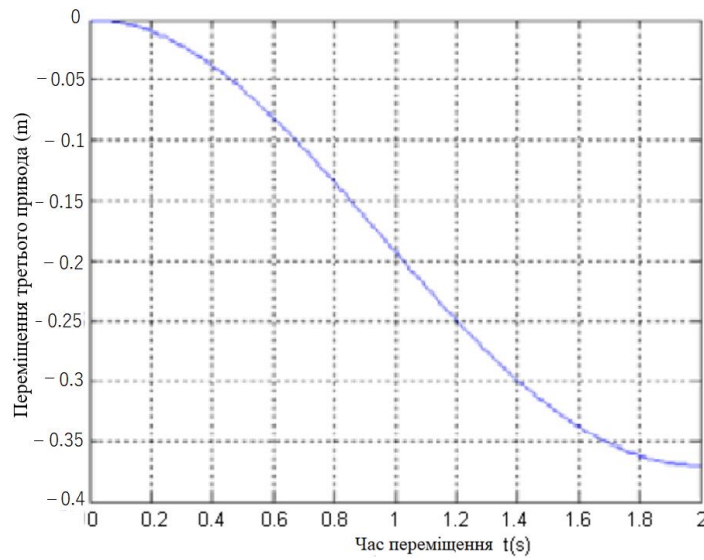


Рисунок 9 – Залежність переміщення третього привода від переміщення робочого органу

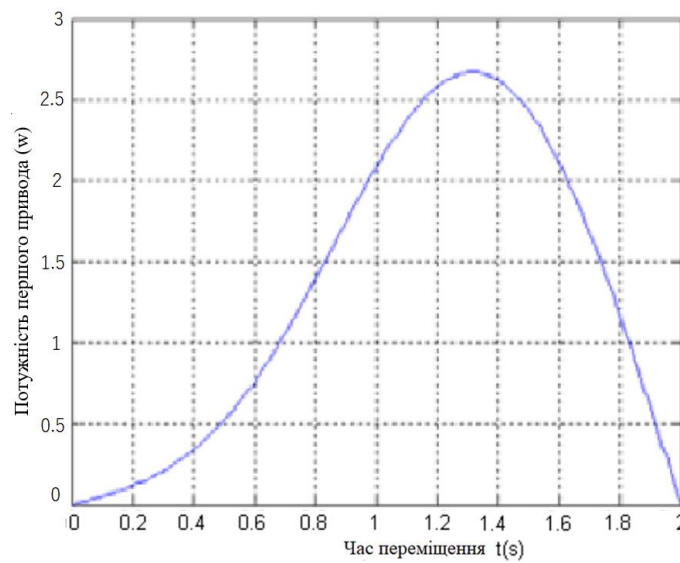


Рисунок 10 – Залежність потужності першого привода від переміщення робочого органу

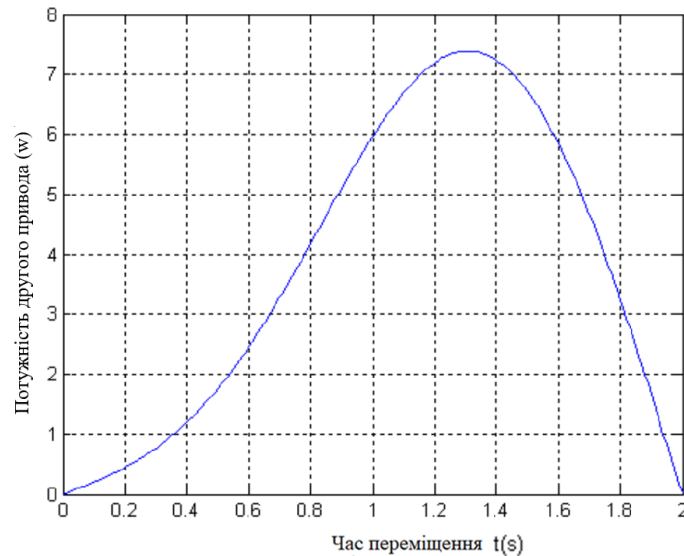


Рисунок 11 – Залежність потужності другого привода від переміщення робочого органу

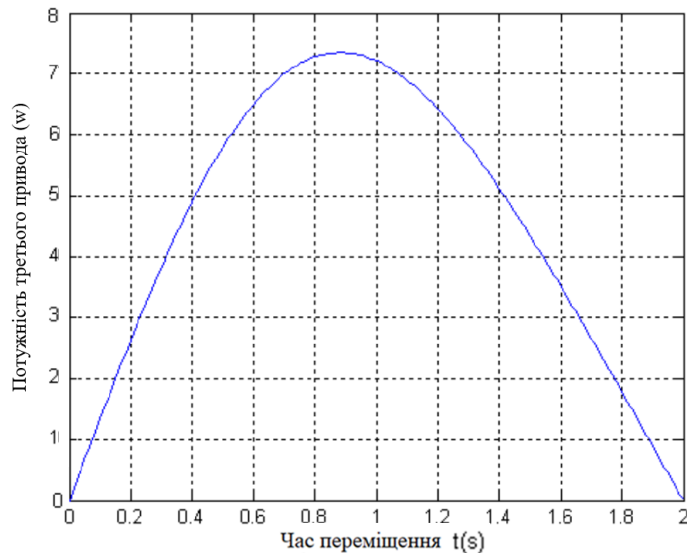


Рисунок 12 – Залежність потужності третього привода від переміщення робочого органу

Проаналізувавши графіки на (Рис. 7, 8, 9) бачимо, що при переміщенні робочого органу зі швидкістю 0,4 м/с по осі X, протягом 2 секунд, перший привід, що переміщується по відповідній осі, зміститься на 225 мм. Другий привід, що переміщується по осі Z зміститься на 320 мм, а третій привід, який переміщується по вісі Y, зміститься у від'ємному напрямку на 360 мм.

Також проведено моделювання споживаної потужності приводами при виконанні переміщення робочого органу по осі X, з тією ж швидкістю та тим самим часом переміщення. Проаналізувавши отримані залежності (Рис. 10, 11, 12), можна прийти до висновку, що споживана потужність першого приводу буде 2,7 W. Споживана потужність другого та третього привода буде майже однаковою, приблизно по 7,2 W.

**Висновки.** В статті проаналізовано існуючі схеми механізмів паралельної структури. Аналіз показав, що одним з раціональних варіантів компоновки трьохкоординатного верстата є використання механізму паралельної структури типу «ортоглайд». При цьому переміщення робочого органу по координатам X, Y та Z відбувається за рахунок переміщення приводів по ортогонально розміщеним напрямкам, що унеможливує виникнення особливих положень механізму. На ряду з іншими верстатами даного типу вдалося зменшити матеріаломісткість

конструктивних елементів, а відповідно і енергозатратність приводів. Розраховано та проаналізовано зворотні кінематичні залежності механізму.

### Список літератури

1. Крижанівський В.А., Кузнецов Ю.М., Валявський І.А., Склярів Р.А. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник для ВНЗ. – Кіровоград: ІМЕКС, 2004. – 449 с.
2. Кириченко А.М. Дослідження кінематики трьохкоординатного верстата з комбінованою структурою / А.М. Кириченко, С.М. Заїка, Л.В. Ленченко // Зб. наук. праць КНТУ: техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, 2008. – № 20. – С. 118-124..
3. J-P.Merlet, Parallel robots, Kluwer Academic Publishers, 2000).
4. D. Chablat and P. Wenger, “Architecture Optimization, of a 3-DOF Parallel Mechanism for Machining Applications, The Orthoglide,” IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. 19, pp. 403–410, 2003.

УДК 004.77

**Yelizaveta Khovrenko, student**

**Svitlana Shcherbyna, Candidate of Pedagogical Sciences**

*Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi*

## THE IMPORTANCE OF CAPTCHA FOR CYBERSECURITY IN INTERNET

The article is devoted to the role and importance of the Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart. A variety of the tests and its history are presented in the article. The importance of using CAPTCHA in the Internet to protect users and information. Highlighting the problem of vulnerability this technology before modern artificial intelligence.

**captcha, cybersecurity, artificial intelligence, security in the Internet**

CAPTCHA (Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart) is a computer test used to determine whether a user of a system is a human or a computer. It is a security measure known as challenge-response authentication. A verification code is employed to protect against spam and password theft. To verify, users must complete a simple test to confirm that the actions are being performed by a human rather than a computer program attempting to gain access to a password-protected account [1].

CAPTCHA was originally developed by researchers from Carnegie Mellon University and was primarily associated with a technique where a person identifies distorted characters in a raster image and then enters those characters into a web form. This approach is widely recognized by Internet users. Eran Reshef, Jili Raanan, and Eilon Solan, who worked at Sanctum on the Application Security Firewall, first patented CAPTCHA in 1997. Their patent application states that "the invention is based on the application of human strengths in the application of sensory and cognitive skills to solve simple problems that are too difficult for computer software. Such skills include, but are not limited to, the processing of sensory information such as the identification of objects and letters in a noisy graphic environment." One of the earliest commercial applications of CAPTCHA was in the Hausebeck-Levchin test. In 2000, idrive.com began protecting its registration page with CAPTCHA and prepared to file a patent. In 2001, PayPal used such tests as part of a fraud prevention strategy in which they asked people to "re-enter garbled text that programs have difficulty recognizing". PayPal co-founder and CTO Max Levchin helped commercialize this use. [2].

In the most common variant of the test, users are required to enter characters typically displayed in a distorted manner on a provided image, sometimes with added noise or transparency. This is done to prevent computer programs from recognizing the content of the image. Images can contain objects, such as cars or streets, and the user needs to select all images that contain a certain object. The user is required to select certain images from a set that meet certain criteria. Text type CAPTCHA is widely used, it requires active intervention and understanding of the text from the user. The user is prompted to enter the text displayed on the image or audio file. It can print garbled text or garble characters, making it difficult for bots to automatically recognize. Less frequently, tests based on speech recognition (primarily as an alternative for people with visual impairments). Audio CAPTCHA uses audio files to verify that the user is a real person. The user is prompted to listen to an audio and enter its duration or content. The audio may contain voice instructions or codes that the user must enter to verify their human nature.

The most widely used service is Google's reCAPTCHA, originally developed at Carnegie Mellon University and used for helping recognize words during text digitization, as well as



protecting websites from bot access to restricted resources. On September 16, 2009, Google acquired this technology. In 2013, reCAPTCHA began implementing behavioral analysis of browser interactions to predict whether the user was a human or a bot. The following year, Google introduced a new "invisible" reCAPTCHA, where the verification happens in the background, and challenges are not displayed if the user is considered low risk [1].

CAPTCHAs based on text reading or other visual perception tasks prevent access for blind or visually impaired individuals to protected resources. Since websites may use CAPTCHAs as part of the registration process or even for every login, this issue can block access. Thus, the use of CAPTCHAs excludes a small percentage of users from utilizing significant subsets of popular web services such as PayPal, Gmail, Orkut, Yahoo!, many forum systems, and weblogs. An alternative method involves displaying users a simple math equation and requiring them to enter the solution as a verification. While these are much easier to overcome with software, they provide much higher accessibility for blind users than image-based test. However, they may be challenging for users with cognitive impairments, such as dyscalculia [1,2].

CAPTCHA plays a significant role in cybersecurity and protecting information on the Internet. It is used to prevent various bots and automated programs from impersonating humans and carrying out actions such as automated account creation, subscription to offers, harvesting email addresses, creating email accounts, breaching privacy, password cracking attempts, spam emails, or messages. The importance of using CAPTCHA from the point of view of cyber security is that it allows you to protect sites and services from various types of cyber-attacks that can harm their functioning, reputation, and users. For example, attacks on passwords, where automated programs are used to select or crack passwords to user accounts on websites or services. A CAPTCHA helps prevent such attacks because it limits the number of password attempts and requires an additional human presence check. Also, this test helps prevent DDoS attacks, as it limits the number of requests or downloads from a single IP address and requires confirmation of human presence.

Unfortunately, this technology also has vulnerabilities and bugs that allow CAPTCHAs to be bypassed or recognized without human intervention. This can lead to a breach in the security of sites and services that use this technology to protect against automated attacks. For example, if the CAPTCHA image has low resolution, low distortion, a uniform background, or readable text, it can make it easier to recognize using artificial intelligence, machine vision, or image processing. Also, if a site or service uses a limited set of CAPTCHA images that are repeated with a certain frequency, this may allow creating a database of already recognized pictures and using them to bypass the check. This can allow clustering, classification, or nearest neighbor search techniques to be used to identify similar images. The use of weak generation algorithms can allow hacking or imitating such algorithms and predicting or simulating the results of their work. Also, it may allow using methods of reverse engineering, decoding or feature extraction to identify rules or regularities in the generation.

Artificial intelligence can pose a threat to CAPTCHA if they are able to bypass verification and mimic human behavior. This can lead to a breach in the security of sites and services that use this verification to protect against automated attacks. For example, artificial intelligence may use machine learning, machine vision, or natural language processing techniques to recognize the text, images, or sounds used in tests and enter the correct answer. AI can also use planning, search, or optimization techniques to perform more complex tasks that require logic, contextual understanding, or creativity. AI-powered bots are rapidly advancing and can now outsmart the reCAPTCHA methodology used to verify the authenticity of users on various websites. They do so by mimicking the human brain and visual recognition processes. Experts from Microsoft, the Swiss Federal Institute of Technology Zurich, the University of California, Irvine, and the Lawrence Livermore National Laboratory, involving 1,400 participants who tested websites using CAPTCHA puzzles, experimented. 120 out of the top 200 websites in the world used these puzzles. The accuracy of bots ranged from 85% to 100%, with most exceeding 96%. Some tests required humans 9 to 15 seconds to solve with an accuracy of approximately 50% to 84%, while bots could solve them in less than a second and do so almost perfectly [3].

Although CAPTCHA is used primarily for security reasons, it can also serve as a benchmark for artificial intelligence technologies. And this fuels the race to improve artificial intelligence and methods for distinguishing humans and machines. When a new program manages to solve a problem in an automated way, it is an improvement in artificial intelligence. But the method of distinguishing a person from a robot is losing its reliability and is also starting to improve.

In summary, CAPTCHA helps prevent automated attacks such as forum spam, server resource abuse, fake account creation, and safeguarding against attacks on registration, login, comments, surveys, and other malicious activities. This technology also helps protect user's confidential information from interception or theft. Furthermore, this technology can improve data quality and services by converting handwritten text into digital format or recognizing objects in images. However, it's important to note that some types of CAPTCHAs can be cumbersome for users, so it's important to use them cautiously and in a balanced manner to avoid creating excessive obstacles for legitimate users.

## References

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/CAPTCHA>
2. <https://www.w3.org/TR/turingtest>
3. <https://qz.com/ai-bots-recaptcha-turing-test-websites-authenticity-1850734350>

УДК 681.3.06

О. Хайменов, магістрант

Р. Осін, доц. канд. техн. наук

М. Красота, доц., канд. техн. наук

Ю. Кулешков, проф., докт. техн. наук

Т. Руденко, доц., канд. техн. наук

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ ТА РЕМОНТІВ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ

В роботі наведені результати пошуку шляхів зниження трудомісткості та виробничого часу на проведення технічних обслуговувань та поточних ремонтів електронних систем управління автомобілів.

Основними напрямками удосконалення та фактори, що впливають на ефективність проведення ТО та поточних ремонтів електронних систем автомобілів є зменшення часу на проведення діагностичних операцій, що виконуються при поточних ремонтах, а також підвищення достовірності діагностування та прогнозування залишкового ресурсу елементів електронних систем автомобіля.

З метою зменшення часу на виконання ТО і ПР виконувати прогнозування залишкового ресурсу елементів ЕСУ при проведенні ТО, з метою подальшого зниження трудомісткості діагностування та поточного ремонту, тобто діагностування, яке проводиться при ТО або при ремонті повинно включати прогнозування остаточного ресурсу елементів електронних систем.

**діагностування автомобілів, електронні системи, трудомісткість технічних обслуговувань та ремонтів**

**Постановка проблеми.** Практика та досвід експлуатації автомобільного парку показують, що значна частина автомобілів працюють із несправностями та відхиленнями параметрів технічного стану систем та механізмів від оптимальних значень. Це приводить, в кінцевому випадку до того, що на автотранспортних підприємствах та станціях технічного обслуговування (ТО) спостерігається підвищення експлуатаційних витрат, перевитрата палива, запасних частин та коштів на ТО та ремонт машин. Часто мають місце дорожньо-транспортні пригоди спричинені несправностями та відмовами вузлів безпеки автомобілів.

Своєчасне виявлення та усунення несправностей із застосуванням технічної діагностики дозволяє підтримувати машини у справному та працездатному стані, збільшувати напрацювання та моторесурс вузлів та механізмів, покращувати показники ефективності експлуатації техніки.

Однією з найважливіших експлуатаційних властивостей автомобіля є його надійність, на яку суттєво впливає якість електронного та електричного обладнання.

За статистикою, на електричне та електронне обладнання припадає найбільший відсоток відмов із усіх функціональних систем автомобіля – близько 30% усіх дефектів.

Для забезпечення надійної роботи електричного та електронного обладнання на етапах життєвого циклу необхідно вирішувати завдання з комплексного управління та контролю функціонування його елементів, що є основним завданням процесу діагностики.

Надійність таких електронних систем управління (ЕСУ) автомобілів постійно зростає, але через зношування, корозію та забруднень порушується стабільна робота, як двигуна, так і електронних систем, а згодом спостерігаються відхилення встановлених параметрів технічного стану від нормативних значень або відмови.

Все це змушує приділяти підвищену увагу проблемі, пов'язаної з обслуговуванням та діагностуванням ЕСУ. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є використання комп'ютерної діагностики у процесі технічного обслуговування автомобілів на спеціалізованих станціях чи діагностичних постах при автотранспортних підприємствах. Найбільшою мірою це стосується автомобілів, що експлуатуються в умовах важких кліматичних умов при підвищеній вологості, запиленості та вібраціях.

Існуючі методи діагностики ЕСУ автомобілів у достатній мірі ефективні, але в більшості випадків вимагають високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, застосування додаткового складного та дорогого обладнання, тривалого циклу обслуговування за часом, що у свою чергу збільшує трудомісткість обслуговування, а також не забезпечує апріорного прогнозування несправностей та відмов. систем.

У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на оптимізацію процесу технічного обслуговування та поточного ремонту ЕСУ з використанням діагностики електронних систем, є актуальними та практично значимими для автомобільного транспорту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Автомобільна промисловість постійно розвивається, ставлячи в пріоритети комфорт та безпеку водія та пасажирів, а також підвищення екологічних властивостей автомобіля.

Щоб досягти цих цілей, у автомобілі активно впроваджуються електронні системи, покликані полегшити та покращити їх експлуатацію. На відміну від механічних систем управління, сучасний транспорт з кожним днем оснащується дедалі більшою кількістю електроніки. Збій будь-якої системи може призвести до того, що повністю справний механічний автомобіль не заведеться, або не буде задовольняти норми економічності, екологічності та безпеки.

Аналіз практики виконання поточних ремонтів автомобілів дозволив встановити частоту зустрічання відмов за різними вузлами, системами та агрегатами. Під час проведення процесу поточного ремонту можна навести діаграму розподілу несправностей за агрегатами і системами (рис. 1), розподіл відбувається таким чином:

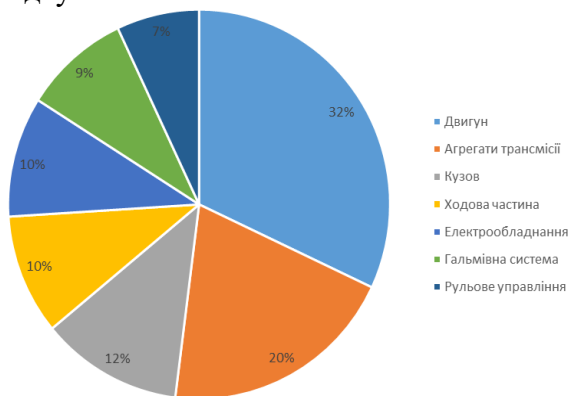


Рисунок 1 - Розподіл несправностей за агрегатами та системами.

Джерело: розроблено авторами

З діаграми видно, що більшість несправностей виникає в високотехнологічних, складних, найбільш оснащених електронними пристроями вузлах.

Будь-яка електронна система автомобіля в загальному випадку складається з датчиків для постійного контролю за параметрами його та навколишнього середовища, електронного блоку управління (ЕБУ) на основі мікропроцесора та виконавчих пристроїв, за допомогою яких ЕБУ управляє двигуном за закладеною в його пам'ять програмою та відповідно до інформації від датчиків [1].

Електронне управління необхідне для задоволення високих вимог щодо екологічності, паливної економічності, експлуатаційних характеристик, зручності обслуговування та діагностики, що пред'являються до сучасних автомобільних двигунів технічними регламентами та споживачами [2].

Електронні системи управління обладнанням автомобілів дають нові можливості для автомобілістів при отриманні даних про технічний стан систем та механізмів двигуна [1, 3].

Технічне діагностування забезпечує значну економію коштів на утримання автомобілів за рахунок скорочення їхньої витрати під час обслуговування та ремонту, виконання дійсно необхідних регульовальних та ремонтних операцій, скорочення споживання запасних частин та палива. Це досягається шляхом своєчасного виявлення та усунення незначних несправностей у системах запалювання, живлення, а також в агрегатах трансмісії та гальмівної системи.

Під діагностикою розуміють процес визначення причин несправності за ознаками. Зазначимо, що для сучасних автомобілів іноді важко зафіксувати сам факт наявності несправності. З одного боку, висока надійність сучасної автомобільної електроніки призвела до скорочення кількості простих дефектів, які легко виявляються техніками станцій техобслуговування. З іншого боку, якщо спостерігається несправність, неї можна зазначити багато можливих причин [1, 2, 3].

На початку 90-х років минулого століття кожен виробник електронних систем виготовляв ЕБУ, які можливо було діагностувати на дилерських станціях технічного обслуговування з використанням відповідного дилерського обладнання. Це ускладнювало доступ фахівців до самих важливих систем електронних автомобіля і створювало додаткові перепони для проведення якісної діагностики [4].

З часом виробники почали приводити діагностичні можливості електронних систем до єдиних стандартів. На сьогодні використовуються різні діагностичні засоби для перевірки електронних систем. Умовно їх можна класифікувати на три типи [5]:

- стаціонарні засоби діагностики. Це ті прилади які не підключаються до електронних систем автомобіля та його електронних блоків. Ці діагностичні прилади, як правило перевіряють системи паливоподачі, запалювання, до них, наприклад, відносять мотор-тестери. На сьогодні з розвитком автомобільної електроніки існує потреба в розширенні функціональних можливостей стаціонарних приладів та стендів діагностики, тому що тепер необхідно перевіряти технічний стан системи управління двигуном, рульове керування й АВС, активну підвіску тощо.

- засоби бортової діагностики автомобілів, що мають можливість сигналізації про несправність шляхом запису в пам'ять кодів несправностей. Алгоритми, що записані в ЕБУ містять операції, що виконують самотестування, які фіксують в пам'яті коди несправностей. При появі несправностей на панелі приладів автомобіля загорається індикатор, що сигналізує про необхідність перевірки електронних систем. Ці коди несправностей можливо вважати та інтерпретувати за відповідними довідковими таблицями.

- засоби бортової діагностики, для доступу до якого необхідний спеціальний електронний діагностичний засіб, що дозволяє приєднатися комп'ютерній діагностувальній техніці до системи керування автомобілем. Такими приладами є діагностичні сканери. Портативний діагностичний тестер (сканер) приєднується через спеціальний роз'єм на автомобілі біля неподалеку від водійського місця до і забезпечує зв'язок з усіма блоками керування автомобіля та всією електронною системою. Діагностичні дані та коди несправностей витягуються безпосередньо з ЕБУ та досліджуються фахівцями сервісу.

Через особливості експлуатації автотранспортних засобів доцільно використовувати метод доведення транспортного засобу до необхідного технічного стану за параметром технічного стану, при якому діагностика є не самоціллю, а основою для визначення обсягу виконуваних робіт при технічному обслуговуванні та ремонті.

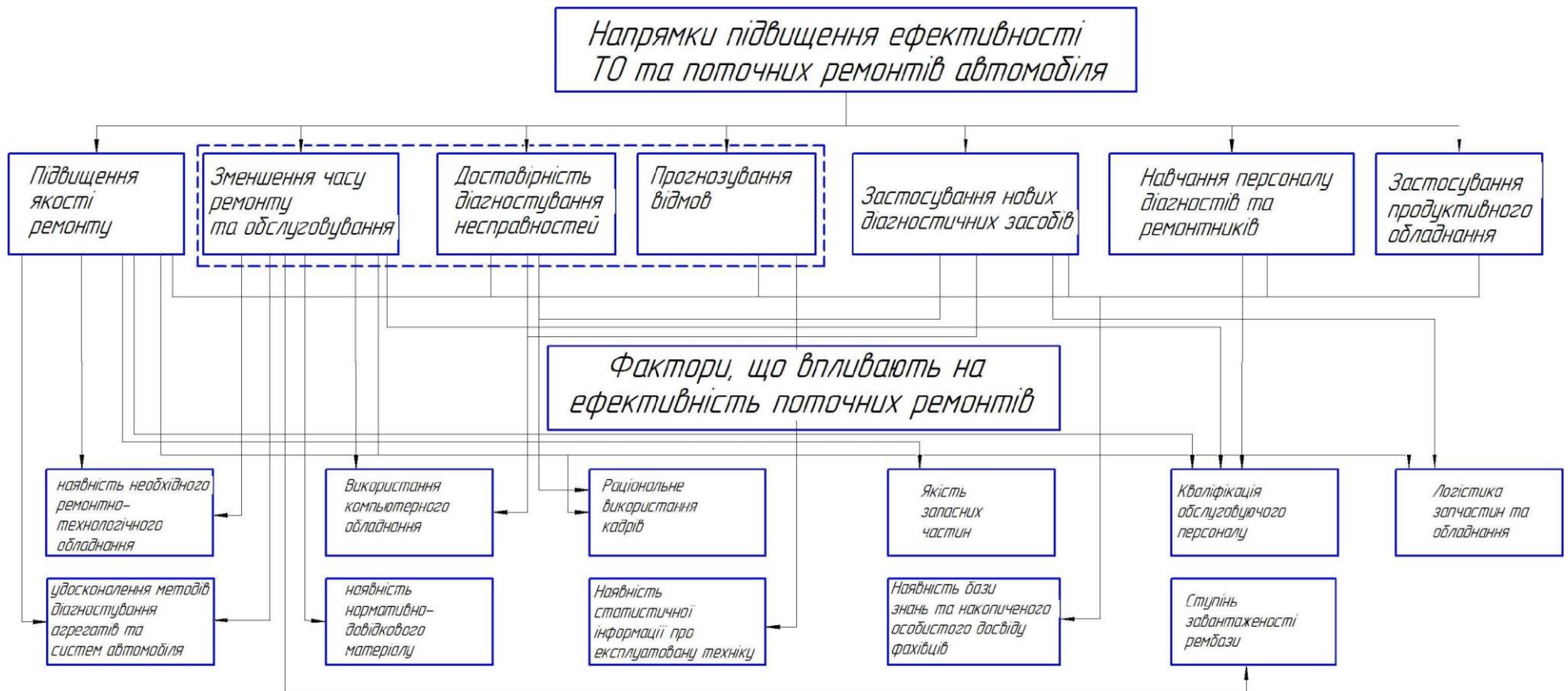


Рисунок 2 - Напрямки удосконалення та фактори, що впливають на ефективність проведення ТО та ПР

Джерело: розроблено авторами

Підвищення ефективності функціонування підсистем автомобілів пов'язане з підвищенням якості та надійності експлуатованої техніки та відповідно збільшенням такого важливого показника, як напрацювання на відмову. Підвищення ефективності технічного діагностування дозволить покращити не лише надійність техніки, а й зменшити час простою техніки за рахунок скорочення часу на ТО та ПР автомобіля.

В даний час перевага надається схемі управління процесами ТО та ПР, що передбачає визначення стану вузлів шляхом інструментального контролю [1, 2].

Найбільш перспективними напрямками удосконалення ТО і ПР є автоматизація управління процесом ТО та ПР за результатами технічної діагностики агрегатів та систем, що вимагає застосування сучасних інформаційних технологій на всіх рівнях сервісу, починаючи з бортової електроніки машини та закінчуючи інформаційними системами, що охоплюють всі структури транспортного підприємства.

Було проаналізовано напрямки та фактори, що впливають на рівень ефективності проведення ТО і ремонтів та удосконалення виробничих процесів технічного сервісу, їх класифікація представлена на рис. 2.

Було розглянуто основні напрямки удосконалення та фактори, що впливають на ефективність проведення ТО та поточних ремонтів (рис. 2). Серед цих напрямків, на нашу думку слід приділяти увагу зменшенню часу на проведення діагностичних операцій, що виконуються при поточних ремонтах, а також на достовірність діагностування та прогнозування залишкового ресурсу систем автомобіля (виділено пунктиром).

У загальному випадку керування технічним станом конкретної машини включає вимірювання параметрів стану її складових частин, порівняння встановлених значень з допустимими або граничними величинами, визначення залишкового ресурсу складових частин, призначення виду та обсягу обслуговуючих впливів та виконання всіх встановлених робіт з технічного діагностування та його складових частин.

Одним із найважливіших показників, що впливають на якість системи ТО та ремонтів, є оперативність та якість виконуваних робіт. Оперативність і якість багато в чому визначається кваліфікацією виконавців послуг та наявністю повної науково-технічної документації по об'єкту, що обслуговується. Оперативність безпосередньо з трудомісткістю виконуваних робіт [4, 5].

Час виконання планового ТО ( $t_{mo}$ ) для одиниці АТС у цьому випадку визначається

$$t_{mo} = t_d + t_o + t_e, \quad (1)$$

де  $t_d$  - час виконання контрольних операцій (діагностичних впливів);

$t_o$  - час виконання обов'язкових робіт при ТО (заміна оливи, фільтрів і т.д.),

$t_e$  - час виконання робіт, виявлених у процесі діагностування.

Отже, резервом зниження часу на проведення поточних ремонтів та ТО є зниження часу проведення діагностичних операцій.

У зв'язку з цим пропонується з метою зменшення часу на виконання ТО і ПР виконувати прогнозування залишкового ресурсу елементів ЕСУ при проведенні ТО, з метою подальшого зниження трудомісткості діагностування та поточного ремонту.

Тобто, діагностування, яке проводиться при ТО або при ремонті повинно включати прогнозування остаточного ресурсу елементів системи. Також, для деяких найвідповідальніших елементів ЕСУ (власне датчиків) пропонується застосовувати стратегію їх заміни при досягненні певного напрацювання за пробігом, а не при виході з ладу. Такий спосіб організації дозволить зменшити простої техніки в ремонті та зменшить час на пошук несправностей при виході з ладу елементів ЕСУ.

### Висновки

1. Своєчасна і якісна діагностика автомобільних електронних систем автомобілів дозволяє запобігти серйозним відмовам, мінімізувати витрати на ремонт і підтримувати техніку в готовності до використання за призначенням у тому числі і за допомогою використання способу відбору раціональної сукупності об'єктів, що підлягають діагностуванню.

2. Основними напрямками удосконалення та факторами, що впливають на

ефективність проведення ТО та поточних ремонтів електронних систем є зменшенню часу на проведення діагностичних операцій, що виконуються при поточних ремонтах та ТО електронних систем, а також підвищення достовірності діагностування та прогнозування залишкового ресурсу систем автомобіля.

3. З метою зменшення часу на виконання ТО і ПР виконувати прогнозування залишкового ресурсу елементів ЕСУ автомобілів при проведенні ТО, з метою подальшого зниження трудомісткості діагностування та поточного ремонту, тобто діагностування, яке проводиться при ТО або при ремонті повинно включати прогнозування остаточного ресурсу елементів електронної системи.

4. Для деяких найвідповідальніших елементів ЕСУ автомобілів пропонується застосовувати стратегію їх заміни при досягненні певного напрацювання за пробігом, а не при виході з ладу. Такий спосіб організації дозволить зменшити простої техніки в ремонті та зменшить час на пошук несправностей при виході з ладу елементів ЕСУ.

### Список літератури

1. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014.
2. Основи діагностики автомобіля: Навчально-методичний посібник до практичних та самостійних робіт студентів вищих навчальних закладів України / Укладачі: Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.С., Клімов О.М. – Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2013. – 188 с.
3. Коваленко В. М. Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. — Київ : Літера ЛТД, 2017. — 224 с
4. Біліченко, В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів [Текст] : навч. посіб. / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенський, Ю. Ю. Кукурудзяк, С. В. Цимбал. - Вінниця : ВНТУ, 2012. - 118 с.
5. Тітова Л. Л., Надточій О. В., Роговський І. Л. Технічне діагностування автотранспортних засобів. : Навчальний посібник. Київ. НУБіП України, 2020. 432 с.



УДК 621.7

**Я. Скібінський, магістрант****В. Селєхова, асистент***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАТИСКНОГО ПРИСТРОЮ З РЕГУЛЬОВАНОЮ СИЛОЮ ЗАТИСКУ

У статті розглянуто вплив сили затиску на точність обробки корпусів з алюмінієвих сплавів при використанні сучасних обробляючих центрів з ЧПУ. Основна увага приділена розробці затискного пристрою з регульованою силою затиску, який дозволяє виконувати як чорнову, так і чистову обробку на одному верстаті, забезпечуючи необхідну точність розмірів та форми поверхонь.

**деформація, затискний пристрій, сила затиску, COSMOSWorks, обробка**

**Постановка проблеми.** Виробництво корпусів на основі алюмінієвих сплавів для технічного обладнання вимагає високої точності обробки. Однак традиційні методи обробки, що передбачають використання різних верстатів для чорнкової та чистової обробки, є затратними за часом і коштами. Для підвищення ефективності та зменшення собівартості виготовлення необхідно застосувати методи, що дозволяють зменшити число операцій і верстатів. Одним з таких рішень є використання затискного пристрою з регульованою силою затиску, що дозволяє виконувати обробку на одному верстаті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомі дослідження зосереджені на використанні затискних пристроїв у різних виробничих процесах. У роботах А.А. Вачева, А.М. Дальського, Г.С. Івасишина та інших досліджено універсальні затискні пристрої, проте специфічні рішення для верстатів з ЧПУ з регулюванням сили затиску є недостатньо розробленими. Аналіз показує, що для обробки корпусів з алюмінієвих сплавів необхідно розробити ефективні рішення для регулювання сили затиску, що дозволяють виконувати обробку на одному верстаті.

**Метою цього дослідження** є забезпечення високої точності обробки корпусів з алюмінієвих сплавів на одному обробляючому центрі з ЧПУ за допомогою затискного пристрою з регульованою силою затиску. Для досягнення цієї мети поставлено наступні завдання:

- Моделювання деформацій корпусу під впливом сили затиску за допомогою COSMOSWorks.
- Розробка принципової схеми затискного пристрою.
- Розробка конструкції затискного пристрою, що забезпечує регулювання сили затиску для чорнкової та чистової обробки.

**Об'єктом дослідження** є корпуси з алюмінієвих сплавів, що обробляються на верстатах з ЧПУ.

**Предметом дослідження** є затискний пристрій з регульованою силою затиску, його вплив на точність обробки та можливість одночасної чорнкової та чистової обробки на одному верстаті.

Виклад основного матеріалу. Моделювання деформацій корпусу було проведено з використанням COSMOSWorks, що дозволило визначити вплив сили затиску на точність обробки. Результати моделювання показали, що максимальна деформація корпусу під дією сили затиску для чорнкової обробки може досягати 0,006 мм (рис. 1), а для чистової обробки – 0,0006 мм (рис. 2). Це підтверджує необхідність розділення чорнкової та чистової обробки для досягнення високої точності.

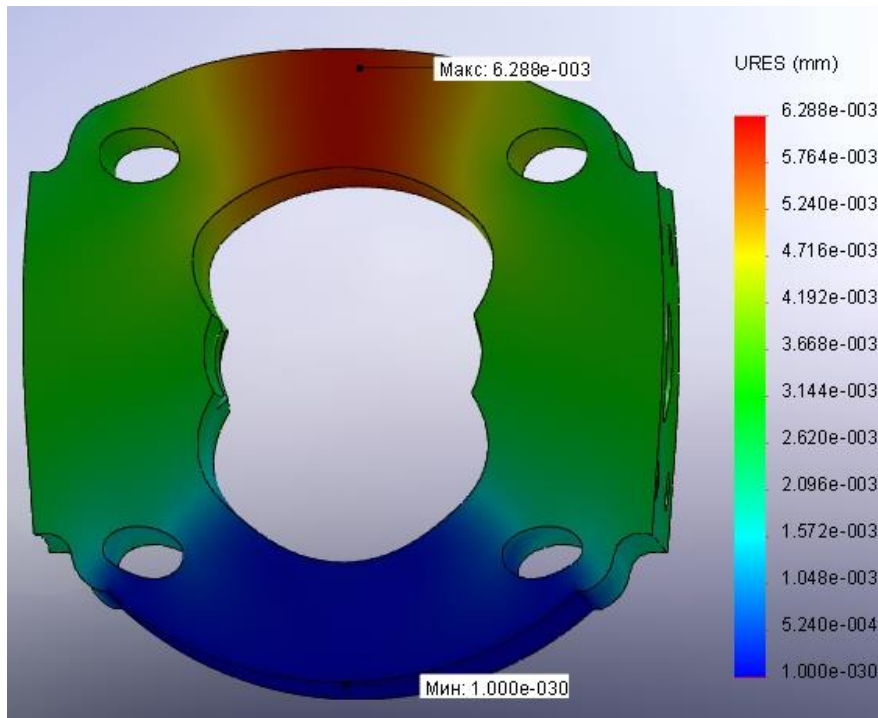


Рисунок 1 – Розподілення зміщень деталі після виконання чорнової обробки при прикладанні сили затиску розрахованої для чорнової обробки

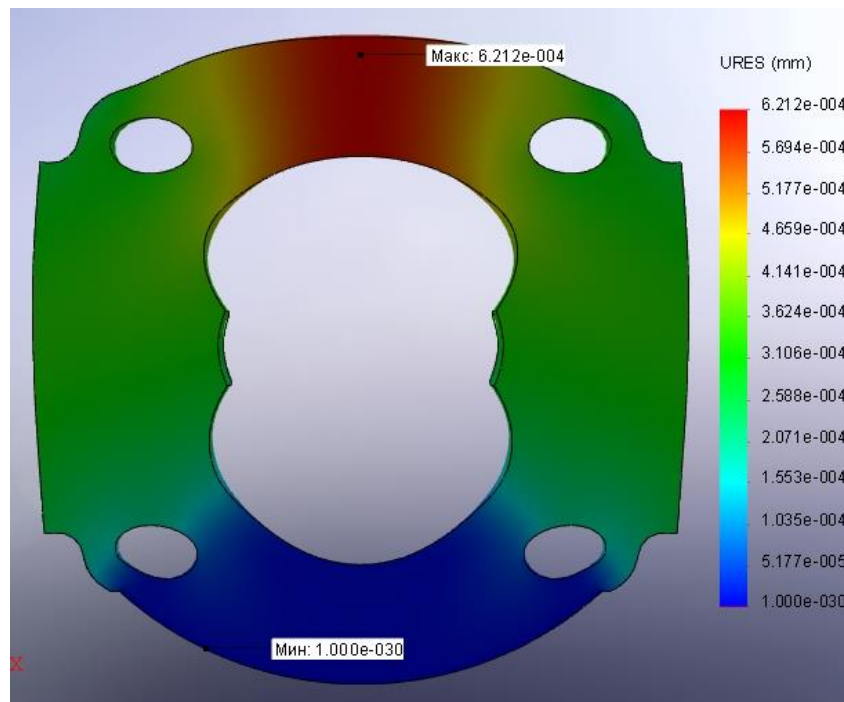


Рисунок 2 – Розподілення зміщень деталі після виконання чистової обробки при прикладанні сили затиску розрахованої для чистової обробки

На основі аналізу існуючих пристроїв були розроблені дві принципові схеми. Перша схема передбачає використання жорсткого упору для регулювання сили затиску, але має недоліки у складності керування. Друга схема (рис. 3) передбачає використання гідроприводу без упору, що забезпечує простоту конструкції та керування.

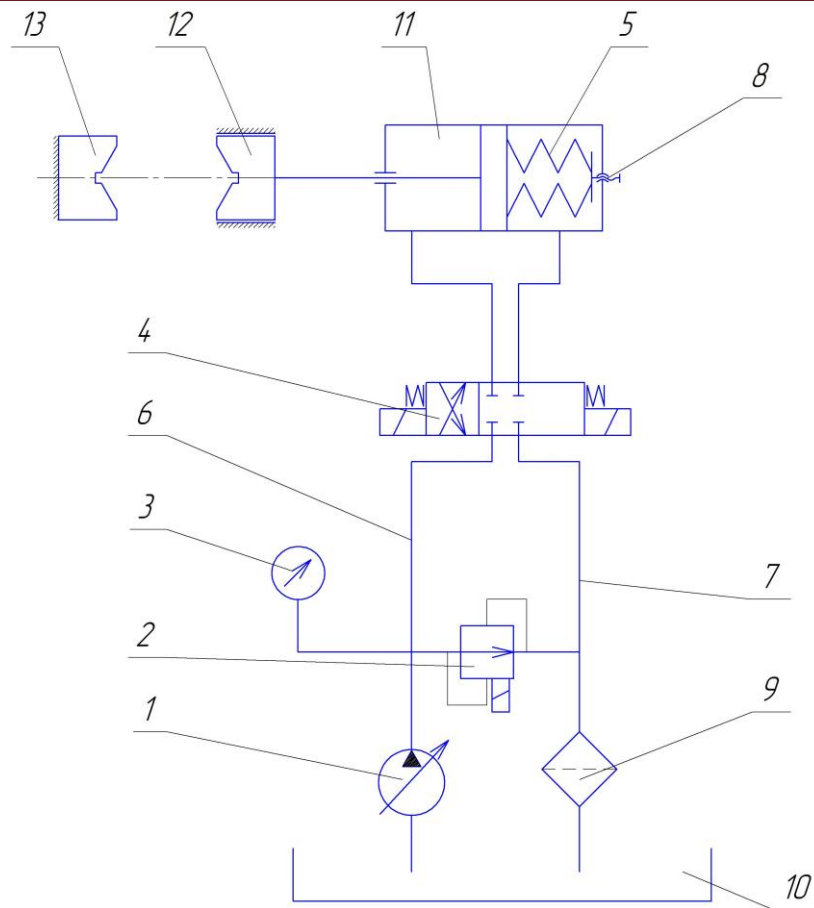


Рисунок 3 – Схема гідроприводу без упору для регулювання сили затиску:

1- насос регулюємий; 2- редукційний клапан з електрокеруванням; 3- манометр; 4- розподілювач; 5- комплект тарілчастих пружин; 6- напорна лінія; 7- зливна лінія; 8- регулювальний гвинт; 9- фільтр; 10- бак; 11- гідроциліндр; 12- призма рухома; 13- призма нерухома.

**Висновки.** Розробка затискного пристрою з регульованою силою затиску дозволяє ефективно виконувати як чорнову, так і чистову обробку корпусів з алюмінієвих сплавів на одному обробляючому центрі з ЧПУ. Це не тільки підвищує точність обробки, але й знижує собівартість виготовлення за рахунок зменшення кількості верстатів і робітників.

### Список літератури

1. Вачев А.А. Дослідження і проектування затискних пристроїв // Журнал механічної обробки. – 2021. – № 4. – С. 34-45.
2. Дальський А.М. Розробка універсальних затискних пристосувань // Вісник інженерії. – 2022. – № 7. – С. 58-67.
3. Івасишин Г.С. Технологічні аспекти обробки на верстатах з ЧПУ // Механічна обробка. – 2023. – № 3. – С. 12-25.
4. Ільницький В.Б. Інноваційні методи обробки корпусних деталей // Технічна наука. – 2024. – № 2. – С. 77-88.

УДК 621.91.01

Є. Купчевич, магістрант

О. Скібінський, канд. техн. наук, доцент

А. Апаракін, канд. техн. наук, ст. викладач

О. Лисенко, канд. техн. наук, доцент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РІЗАЛЬНОГО КЛИНУ РОЗТОЧУВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ОБРОБЦІ ПЕРЕРИВЧАСТИХ ОТВОРІВ

У статті розглянуто проблему викришування різального клину розточувального інструменту та розроблено спосіб розрахунку робочої подачі при обробці отворів з переривчастою поверхнею, який має забезпечити стійкість та міцність різального клину інструменту. Також, виведено рівняння, за допомогою якого можна розрахувати раціональну подачу, враховуючи ці обмеження.

**отвір, розточування, корпус, шестеренний насос, подача**

**Постановка проблеми.** Механічна обробка отворів на верстатах це відповідальна технологічна задача, яка вимагає від технолога та верстатника певних знань та навиків. У сучасному машинобудуванні, на рівні із підвищенням вимог до характеристик нової техніки, підвищуються вимоги до точності та якості поверхонь функційних отворів деталей машин. На заводі до забезпечення необхідної точності та якості таких отворів може стати сама конфігурація отвору – наявність елементів, які суттєво вплинуть на процес обробки, наприклад, переривчастість отвору (рис. 1).

При проектуванні операції розточування отворів, вибір режимів різання, зазвичай, виконують на основі рекомендацій виробника металорізального інструменту [1, 2, 3]. Виробник, при розробці таких рекомендацій, бере до уваги наступні фактори: виліт інструменту, необхідну точність та якість обробки отвору. Однак для обробки переривчастих отворів зазначених обмежень виявляється недостатньо, тому на рекомендованих режимах спостерігається вібрація, викришування різальної частини інструменту і, як наслідок, зниження точності та якості обробки. Основна причина цього явища – недостатня жорсткість елементів технологічної системи. По цій причині, обрані за каталогом режими різання зазвичай підлягають корекції у меншу сторону безпосередньо робітником на верстаті, що негативно впливає на продуктивність обробки.

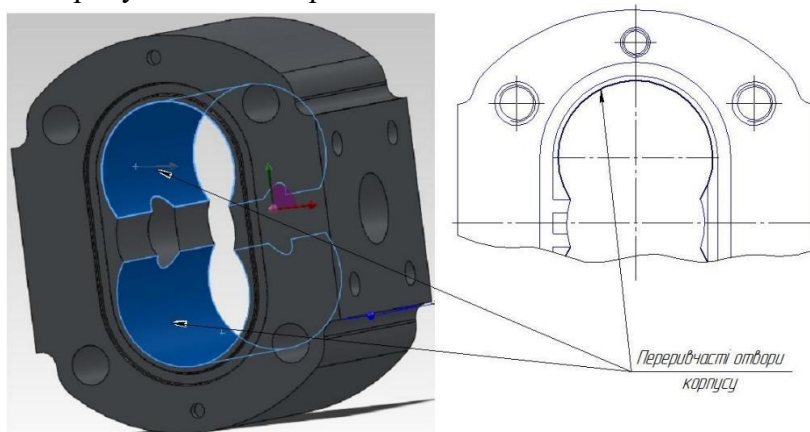


Рисунок 1 – Функційні отвори корпусу шестеренного насосу.

У статті розглядається проблема розточування переривчастих отворів, «колодців», корпусу шестеренного насосу (рис. 1), які призначені для встановлення підшипників ковзання та шестерень, що пояснює високі вимоги до якості та точності зазначених отворів. Конструкція обумовлених отворів не суцільна, тому при їх обробці відбуваються постійні врізання та виходи різальної кромки інструменту із тіла деталі. Технологія базового підприємства передбачає обробку «колодців» на фрезерному обробному центрі з ЧПУ, яка складається із двохпрохідного розточування – чорнового і чистового. Здійснено спробу зменшити динамічне навантаження на інструмент при обробці даних переривчастих отворів найбільш простим способом – корекцією подачі, величина якої забезпечила б міцність різального клину інструменту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні дослідження, які присвячені проблемам, що виникають при виконанні розточувальних операцій, проводяться за декількома перспективними напрямками. Значна кількість робіт присвячена методам і засобам автоматизованого гасіння вібрації та коливань, які виникають при обробці, зокрема, переривчастих отворів. Представлені у роботах варіанти рішення проблеми [4, 5] вимагають використання додаткового обладнання (датчиків, контролерів, плат управління, тощо), являються не універсальними та складними у налаштуванні і реалізації. Інший напрямок розробок вивчає перспективи використання композитних матеріалів у конструкції розточувального інструменту (державок, борштанг) [6, 7] та різноманітні варіанти віброгасників [5, 8, 9, 10]. Така кількість досліджень вказує на актуальність проблеми та потребу у простому рішенні, із мінімальними витратами на його реалізацію.

**Мета й завдання дослідження.** Метою дослідження є покращення умов різання при механічній обробці переривчастих отворів та вирішення проблеми викришування різального клину інструменту. Досягти поставлену мету можна виконавши наступні завдання із програми дослідження:

- визначення сил різання, що діють на різальний клин під час обробки переривчастого отвору;
- визначення умови міцності різального клину;
- визначення та обґрунтування умов міцності різального клину при обробці переривчастого отвору.

Об'єктом дослідження є різальний розточувальний інструмент.

Предметом дослідження є вплив режимів різання на стійкість різального клину розточувального інструменту у процесі обробки переривчастих отворів.

**Виклад основного матеріалу.** При обробці розточуванням, найменш жорстким елементом технологічної системи являється різальний інструмент, який деформується під дією системи сил  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ . Як показано на рисунку 2, під дією сили  $F_y$  розточувальна оправка 3 деформується на величину  $y_{in}$ .

Для консольно закріпленої розточувальної оправки величина деформації дорівнює:

$$y_{in} = \frac{F_y \times L^3}{3EI}, \quad (1)$$

де  $F_y$  – сила різання, Н;

$L$  – довжина розточувальної оправки, м;

$E$  – модуль пружності матеріалу оправки, Па;

$I$  – момент інерції поперечного перерізу (для круглої оправки  $I \approx 0,05 \cdot d^4$ ), м<sup>4</sup>.

У момент переміщення різця через простір розточки 2 (рис. 2), яка перетинає розточуваний отвір  $D$ , інструмент пружно відновлюється («провалюється» в розточку) на величину  $y_{in}$ . Внаслідок цього, у момент врізання в тіло корпусу (точка  $A$ ), глибина різання  $t$  зростає на величину  $y_{in}$ , що й буде причиною збільшення сили різання. Також, збільшення сил слід очікувати по причині збільшення товщини різання у момент проходження простору розточки 2, враховуючи, що при проходженні простору розточки інструмент не різє, а лише

переміщається, тому товщина зрізаного шару в момент врізання може бути визначена з виразу:

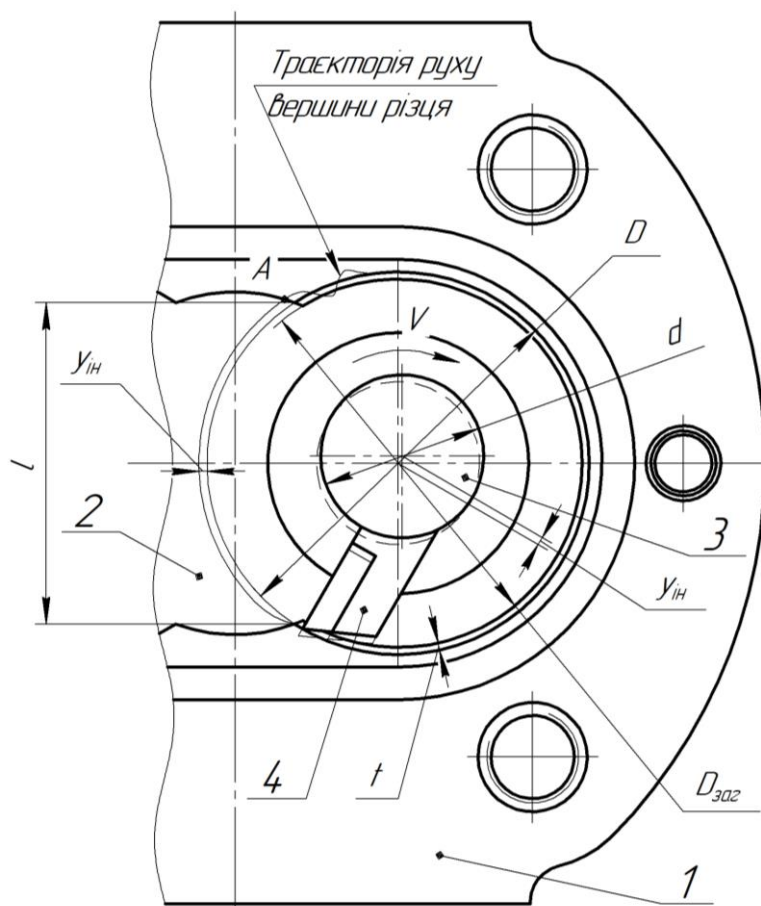
$$a = \frac{S \times l}{\pi D \sin \varphi}, \quad (2)$$

де  $S$  – подача на оберт, мм/об;

$l$  – довжина розточки, мм;

$D$  – діаметр оброблюваного отвору, мм;

$\varphi$  – головний кут у плані різального клину, град.



1 – корпус насоса; 2 – простір розточки; 3 – розточувальна оправка; 4 – різальна частина;  
 А – точка врізання з ударом;  $l$  – довжина розточки;  $y_{ин}$  – величина пружної деформації оправки;  
 V – напрямок обертання інструменту;  $D_{заг}$  – діаметр заготовки;  $D$  – діаметр оброблюваного отвору;  
 $d$  – діаметр розточувальної оправки;  $t$  – глибина різання.

Рисунок 2 – Схема обробки переривчастого отвору корпусу насосу.

Отже, в момент врізання різця в тіло розточки, на нього будуть діяти сили, які більші ніж при різанні суцільного матеріалу.

Також слід враховувати, що в момент врізання в край розточки, на різець діє не статична, а динамічна сила (удар), отже негативний вплив на інструмент збільшується. Силу, яка діє на різальний клин інструменту у цей момент, можна визначити за формулою [11]:

$$F_{\partial} = k_{\partial} F, \quad (3)$$

де  $F_{\partial}$  – узагальнене динамічне зусилля, що діє на тіло, яке ударяється, Н;

$k_{\partial}$  – динамічний коефіцієнт;

$F$  – зусилля, що діє тіло, у статиці, Н.

Динамічний коефіцієнт  $k_{\partial}$  розраховується визначається за формулою:

$$k_o = 1 + \sqrt{\frac{V_o^2}{\delta g}} = 1 + \sqrt{\frac{V_o^2 J}{Fg}}, \quad (4)$$

де  $V_o$  – швидкість руху тіла, яке ударяє, м/с;

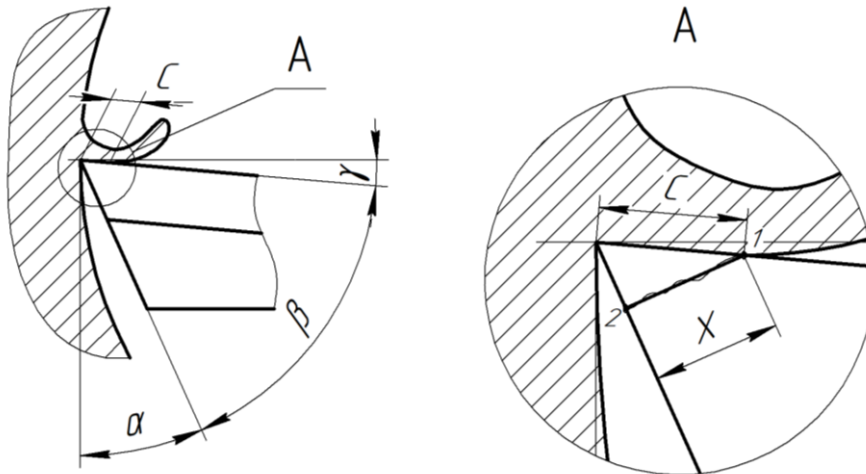
$\delta$  – лінійне переміщення точки зіткнення при статичній дії сили  $F$ , м;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$J$  – жорсткість тіла, яке ударяють, Н/м.

Далі розглянемо умову, при якій буде забезпечено міцність різального клину. Міцність його в основному залежить від механічних властивостей інструментального матеріалу різальної частини та сили, що діє на клин.

При переривчастому розточуванні твердосплавним інструментом, відбувається руйнування та зношування різального клину інструменту у вигляді викришування на мікро- та макро- рівнях. Мікроруйнування інструменту, як показано на рис. 3, відбувається на відстані, яка дорівнює ширині площини пластичного деформування  $C$ , тобто у місці контакту інструменту зі стружкою та оброблюваною деталлю. Макроруйнування, у свою чергу, виникають на деякій відстані від різальної кромки, наближено  $(2...2,5)C$  від неї. У випадку чистового розточування колодців корпусу шестеренного насоса, виникатимуть мікроруйнування, отже, сколювання різальної частини відбудеться на відстані  $C$  від різальної кромки, в напрямку від точки 1 до точки 2, тобто по найменшому шляху від передньої до задньої грані інструменту.



$\alpha, \beta, \gamma$  – геометрія різального клину,  $C$  – площина пластичного деформування;  $X$  - найменша відстань від передньої до задньої грані інструменту по межі площини пластичного деформування.

Рисунок 3 – Схема крихкого руйнування різального клину.

Визначити величину площини пластичного деформування  $C$  можна за відомою формулою теорії різання [12, 13]:

$$C = S \sin \varphi [K_a (1 - \tan \varphi) + \sec \gamma], \quad (5)$$

де  $K_a$  – усадка (потовщення) стружки;

$\gamma$  – передній кут різального клину, град.

Довжина відрізка  $X$ , тобто відстань від точки 1 до точки 2, визначається з виразу:

$$X = C \sin \beta, \quad (6)$$

де  $\beta$  – кут загострення різального клину ( $\beta = \pi/2 - \gamma - \alpha$ ), град.

Величину сколювання по довжині різальної кромки приймаємо такою, що рівна ширині шару, який зрізається:

$$b = \frac{t}{\sin \varphi}, \quad (7)$$

де  $t$  – глибина різання, мм.

Значення напруги, яке виникає у площині сколювання, буде дорівнювати:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma_i], \quad (8)$$

де  $M$  – момент сили, який діє на різальний клин інструменту, Н/м;

$W$  – момент опору поперечного перерізу сколювання, м<sup>3</sup>, для даного випадку:

$$W = \frac{Xb^2}{6};$$

$\sigma_i$  – межа міцності на вигин матеріалу різальної частини інструменту, Па.

Приймаємо момент, який діє на різальний клин інструмента, за умови, що сила різання діє на різальній кромці:

$$M = F_\delta C = k_\delta FC. \quad (9)$$

Для визначення сили різання використовуємо спрощене рівняння:

$$F = K_p \sigma_\epsilon f_n, \quad (10)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт, який враховує властивості оброблюваного матеріалу, при різанні алюмінієвих сплавів  $K_p \approx 1,25$ ;

$\sigma_\epsilon$  – межа міцності оброблюваного матеріалу, Па;

$f_n$  – площа поперечного перерізу шару, що зрізається; у даному випадку, м:

$$f_n = ab = \frac{Slt}{\pi D (\sin \varphi)^2}.$$

Після підстановки у рівняння (8) всіх складових та виконання ряду перетворень, отримаємо рівняння для визначення величини раціональної подачі:

$$S \leq \frac{[\sigma_i] \pi D t \sin \beta}{6 k_\delta K_p \sigma_\epsilon l}. \quad (11)$$

Рівняння (11), із рядом припущень, дозволяє розрахувати величину подачі, за якої можна буде запобігти викришуванню різального клину розточувального інструменту при обробці переривчастих отворів. При розрахунку режимів різання на розточувальні операції, особливо для розточування отворів з переривчастою поверхнею, подача, визначена за рівнянням (11), може стати додатковим обмеженням.

**Висновки.** В статті розглянуто проблему механічної обробки переривчастих отворів. Визначено, що обробка переривчастих отворів методом розточування має певні обмеження і створює ряд проблем. А у випадку, якщо такий переривчастий отвір у деталі належить до функційних, то його точність та якість обробки має вплив на вихідні параметри шестеренного насоса.

Для вирішення проблеми викришування різального клину інструменту, при розточуванні отворів з переривчастою поверхнею, розглянуто методику розрахунку подачі інструменту із забезпеченням міцності різального клину. Отримано рівняння, за допомогою якого можна розрахувати раціональні значення подачі, із огляду на ці обмеження. Приведена методика має практичну цінність при розрахунку режимів різання для розточувальних операцій у випадку обробки переривчастих отворів.

## Список літератури

1. Kennametal – Products – Metalworking Tools [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kennametal.com/us/en/products/metalworking-tools.html>.
2. Sandvik Coromant – Metal cutting tools [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/tools>.
3. Seco Tools Interactive Catalogues [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.secotools.com/article/84565>.
4. DINGQIANG P. A method for predicting the boring topography error of shaft hole on a thin-walled box based on a proposed dynamic model / P. DINGQIANG, Y. LANTAO, S. YIMIN. // IEEE Access. – 2023. – №11. – С. 3129–3143.



5. Reluctance-Based Modular Active Damper for Chatter Suppression in Boring Bars With Different Overhangs / [A. Astarloa, F. Wahab, I. Mancisidor та ін.]. // IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS. – 2024. – №29. – С. 679–690.
6. Harshvardhan P. G. Investigation of vibration in boring operation to improve Machining process to get required surface finish / Ghongade Harshvardhan P. // Materials Today: Proceedings. – 2022. – №62. – С. 5392–5395.
7. Nonlinear chatter of CNTs-reinforced composite boring cutter considering unstable region / [Z. Jinfeng, W. Zhong, F. Chao та ін.]. // Archive of Applied Mechanics. – 2023. – №93. – С. 4217–4239.
8. Improvement of boring operations by means of mode coupling effect / [A. Astarloa, A. Comak, I. Mancisidor та ін.]. // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2022. – №37. – С. 633–644.
9. Improvement of the Dynamic Quality of Cantilever Boring Bars for Fine Boring / [G. Oborskyi, A. Orgiyan, V. Ivanov та ін.]. // MDPI: Machines. – 2023. – №11. – С. 15.
10. Li L. Optimization of machining performance in deep hole boring: A study on cutting tool vibration and dynamic vibration absorber design / L. Li, D.L. Yang, Y.M. Cui. // Advances in Production Engineering and Management. – 2023. – №18. – С. 371–380.
11. Короткий курс опору матеріалів: Навч. посіб. / І. М. Ольховий, Б. М. Стасюк, В. З. Станкевич; Нац. ун-т «Львів. політехніка». Ін-т дистанц. навчання. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2004. – 194 с.
12. Грицай І.Є., Кукляк М.Л. Різання металів. Теорія різання. Навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2005. – 132 с.
13. Основи теорії різання матеріалів: підручник / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. П. Доброскок, В. О. Залога. — Львів: Новий світ-2000, 2010. — 422с.

УДК 316.77+002.1

**М. Боздаган'ян, магістрант**

**Науковий керівник – д-р іст. наук, професор С. Орлик**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ОРГАНІЗАЦІЯ ОЦИФРУВАННЯ ДОКУМЕНТІВ В АРХІВНИХ УСТАНОВАХ УКРАЇНИ

У статті досліджено процес організації оцифрування (діджитизації) архівних документів в архівних установах України. Розглянуто алгоритм процесу реалізації стратегії впровадження цифрових технологій та оцифрування в архівних установах. Зроблено акцент на перевагах та проблемах (недоліках) оцифрування архівних документів.

**архівні документи, архівні установи, діджитизація, діджиталізація, оцифрування, цифровізація, цифрові технології**

**Постановка проблеми.** Оцифрування або сканування документів архівами стало поширеним методом копіювання, особливо у XXI столітті. Світовий тренд полягає в активній підтримці створення цифрового архіву як спадщини. Багато архівних установ у різних країнах (в т.ч. США, Канада, Франція, Іспанія, Польща та інші держави) вже успішно оцифрували значну кількість своїх архівних документів. Наразі актуальним стало оцифрування документів Національного архівного фонду України (далі - НАФ України), розгляд якого повинен враховувати стратегічний аспект забезпечення збереження документів та розширення доступу до них у цифровому форматі. Одночасно з розширенням доступу до документів українських архівів виникає питання обмеження користування оригіналами через створення їх копій. Виготовлення копій дозволяє, з одного боку, обмежити доступ до оригіналів і тим самим зменшити їхнє зношення, а з іншого боку, враховувати той факт, що сучасні технології копіювання можуть негативно впливати на матеріальну основу документа та фіксовану на ній інформацію.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Стан та необхідність активного використання в роботі державних архівних установ України глобальної інформаційної мережі, формування онлайн довідкового апарату та е-ресурсів є актуальною темою досліджень серед українських науковців та фахівців. По суті, «оцифрування (діджитизація) ... є одним із важливих напрямків цифрової гуманітаристики (Digital Humanities), нової галузі знань яка з'явилася у другій половині XX ст. і пов'язана із перетином комп'ютерних та гуманітарних дисциплін»[7]. Проблеми оцифрування (діджитизація) архівних документів розглядали у своїх працях Л. Божук[1], Г. Боряк[2], Н. Залєток та Є. Чорноморець[4], Я. Калакура та Ю.Ковтанюк[5], І. Матяш[8], О. Онищенко[10], Ю. Чернятинська[12] та ін. Питання інформатизації архівної справи знаходять своє відображення і в сучасній зарубіжній історіографії країн Європи, США та Канади[13-15].

**Мета й завдання дослідження.** Метою статті є дослідити процес організації оцифрування документів в архівних установах України.

**Виклад основного матеріалу.** З метою прискорення процесів оцифрування (діджитизації) та цифровізації (діджиталізації) архівних установ, наказом Держархівної служби України №165 від 29.12.2021 р. «Про затвердження Програми оцифрування архівних інформаційних ресурсів на 2022-2025 роки»[11] затверджено графік кількісних показників (од.зб./од.обл., файлів, описів) оцифрування архівних ресурсів за видами: документи за паперовими носіями, науково-технічна документація, документи особового

походження, кінодокументи, фонодокументи, фотодокументи та відеодокументи. У звіті про виконання Програми оцифрування має зазначатися не лише факт оцифрованих архівних інформаційних ресурсів, а й кількісний показник оприлюднених документів. Програма взаємодіє з довгостроковими пріоритетами урядової політики, зокрема, з пунктом 19.1 "Права людини та доступ до правосуддя" котрі затверджені Постановою КМУ від 12 червня 2020 року № 471. Зокрема, ЦДІАК України за період з червня 2020 р. до кінця жовтня 2023 р. було опубліковано 745 031 оцифрованих копій архівних документів (див. рис. 1.) та 2429 архівних справ з 49 фондів (див. 2.)[16].



Рис.1.

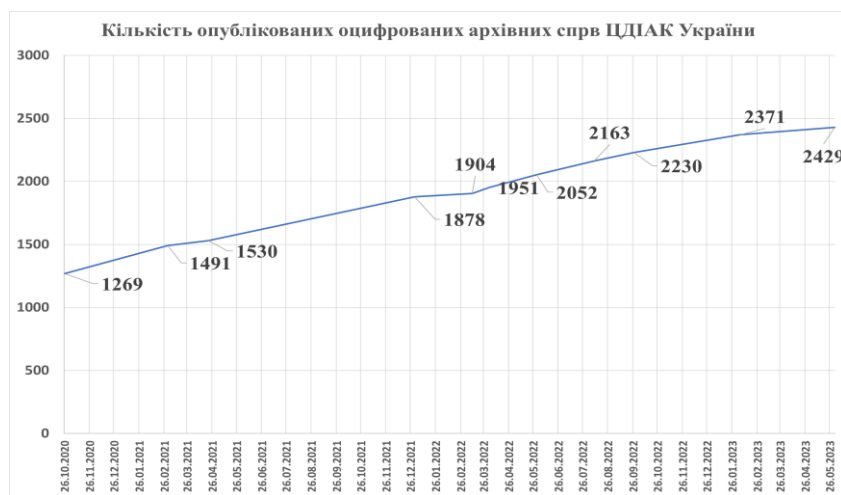


Рис 2.

Із наведених діаграм видно надзвичайно повільні темпи просування цієї роботи. Проте, у 2024 р. Центральний державний архів України, м.Київ (далі- ЦДІАК України) планує до цієї роботи залучити ряд партнерів, таких як: FamilySearch International, Державний центр збереження документів НАФ. Спільними силами планується здійснити оцифрування значного масиву документів 52 фондів[9].

Фактично оцифрування документів виконується за допомогою різних видів сканерів або цифрової фотокамери. Спеціальна програма оптичного розпізнавання знаків коду перетворює оцифрований документ на редагований текст за допомогою відповідного програмного забезпечення.

Але слід враховувати, що під час копіювання документ піддається короткотерміновому, але інтенсивному впливу ультрафіолетового та інфрачервоного опромінення від обладнання, отримує електростатичний заряд. Крім того, у процесі оцифрування існує загроза фізичного пошкодження документа та виникнення на ньому механічних дефектів. З метою попередження негативних наслідків котрі можуть виникнути від застосування копіювально-розмножувальної техніки на архівні документи, спільно Укрдєрархівом та УНДІАСАД (затверджено Протоколом засідання нормативно-методичної комісії Укрдєржархіву від 17.07.2012р. №2) було розроблено методичні рекомендації «Вплив копіювально-розмножувальної техніки на збереженість архівних документів»[3]. У методичних рекомендаціях звернута увага на те, що під час оцифрування відбувається світлове опромінення архівного документу.

Адже під впливом світлового випромінювання матеріальна основа документа, незалежно від її структури та походження, поступово змінює свої властивості, що може призводити до деструкції, зниження міцності та втрати еластичності. Дія світла особливо впливає на поверхню та внутрішню структуру матеріальної основи, що містить світлочутливі агенти, такі як різні забруднення, що з'являються на документах під час їхнього зберігання та використання, а також барвники, введені при виготовленні. Ці речовини поглинають світло та виступають як каталізатори. Швидкість пошкодження документа під впливом світла залежить від спектральних характеристик світлового потоку.

У будь-якому випадку, під час оцифрування, при використанні неякісного обладнання, документ може піддаватися короткочасному, але інтенсивному впливу ультрафіолетового опромінювання, яке має велику фотохімічну активність та руйнівний ефект на документи (освітленість в 22 рази перевищує норматив). Довгі хвилі інфрачервоного спектру світла під впливом також можуть спричинити пошкодження матеріальної основи, призводячи до пересихання, усадки, деформації, втрати еластичності та міцності. Світлове випромінювання має кумулятивний ефект, де той самий рівень ушкодження може виникнути в результаті як інтенсивного, але короткочасного впливу, так і менш інтенсивного, але тривалого. Дослідження підтверджують, що щоденне опромінювання документа світлом інтенсивністю 150 люкс протягом 9 годин може призвести до його повної руйнації за 9 років, а при інтенсивності 50 люкс - за 65 років.

Також штучне освітлення може негативно впливати на збереженість архівних документів, особливо несприятливо на них впливають люмінесцентні лампи, що виробляють велику кількість ультрафіолетового випромінювання (до 30% світлового потоку). Найменш шкідливими є лампи накаливання, які мають низький рівень ультрафіолетового випромінювання і є зручними для експлуатації. Тому, для перетворення архівних документів у цифровий формат рекомендується використовувати сканери або високоякісні сканувальні комплекси, які забезпечують мінімальний механічний вплив на оригінал та використовують бактеріофаги білого та інфрачервоного світла, що практично не впливають на документи.

Залежно від методу оцифрування в архівних установах використовують таке обладнання:

А) Планетарні сканери для сканування окремих документів чи справ, які дуже чутливі до переміщення і можуть легко пошкодитися. Такі сканери мають перевагу оскільки вони здійснюють сканування безконтактно. Водночас вони можуть бути залежними від зовнішнього освітлення та мати низьку роздільну здатність.

Б) Книжкові сканери архівного призначення із колискою, що дозволяє сканувати зшиті документи без розгортання їх на 180°. Вони мають вмонтовані джерела світла без ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання та забезпечують високу роздільну здатність.

В) Книжкові сканери на основі цифрових фотоапаратів рекомендується для оцифрування документів із згасаючими текстами. Вони використовують високоякісні цифрові дзеркальні фотоапарати.

Г) Професійні слайд-сканери для оцифрування фотоплівок та слайдів з високою роздільною здатністю та оптичною щільністю.

Д) Планшетні або плівкові сканери для оцифрування фотодокументів з оптичною щільністю та роздільною здатністю не менше за 2400 dpi.

При виборі техніки слід враховувати роздільну здатність, яка повинна бути не менше 600 dpi - це для оцифрування документів із паперовою основою. Важливо уникати використання планшетних сканерів, оскільки вони можуть негативно впливати на документи за технічними параметрами.

Багато архівних установ розробляють власні стратегії і плани для впровадження цифрових технологій та оцифрування документів. Цей процес включає розгляд потреб у цифрових ресурсах, визначення пріоритетів та створення робочих груп. На рис.3. наведено алгоритм процесу реалізації стратегії впровадження цифрових технологій та оцифрування документів.

### АЛГОРИТМ ПРОЦЕСУ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОЦИФРУВАННЯ ДОКУМЕНТІВ



- I. Оцінка потреб.
- II. Вибір технології для оцифрування.
- III. Визначення стандартів і нормативів пов'язані з цифровим зберіганням документів.
- IV. Створення системи метаданих.
- V. Процес сканування.
- VI. Забезпечення конфіденційності та безпеки.
- VII. Вирішення проблеми зберігання та управління даними, забезпечення доступу до цифрових ресурсів для різних користувачів.

Рис. 3.

Ці етапи можуть різнитися у різних архівних установах. Деякі можуть надавати загальний доступ до цифрових копій документів через Інтернет, тоді як інші можуть обмежити доступ за допомогою різноманітних механізмів. Стосовно стратегій та планів оцифрування документів, вони можуть різнитися в залежності від мети, обсягу та потреб архівної установи. Тим не менше, існують загальні принципи, які можна враховувати при розробці стратегії оцифрування.

На першому етапі, оцінка потреб організації, вибір технологій, дотримання стандартів, створення метаданих, забезпечення безпеки та конфіденційності, управління даними та стратегії доступу – це загальні принципи, які слід враховувати при розробці стратегії оцифрування документів.

На другому етапі, обрання технологій є важливою частиною цього процесу, і тут архівні установи враховують різні аспекти, такі як висока роздільна здатність сканерів, системи управління даними та електронні архівні системи.

На третьому етапі, стандарти та нормативи, пов'язані з цифровим зберіганням документів, також мають велике значення. Це охоплює використання стандартів у роздільності сканування, форматах файлів та архівуванні.

На четвертому етапі, створення системи метаданих відіграє важливу роль у організації та ідентифікації цифрових об'єктів. Метадані містять інформацію про зміст, авторів, дати, ключові слова та інші деталі що полегшують пошук та управління цифровими ресурсами.

На п'ятому етапі, у процесі сканування визначаються параметри, такі як якість, роздільність і часові рамки для завершення проекту. У процесі сканування визначаються документи, які підлягають оцифруванню, та обраються оптимальні параметри сканування, таких як роздільність та формат файлу.

На шостому етапі, забезпечення безпеки та конфіденційності є ключовим аспектом процесу оцифрування. Тут використовуються шифрування та контроль доступу.

На завершальному сьомому етапі, вирішуються питання розглядаються проблеми зберігання та управління даними, розробка стратегій для довгострокового зберігання цифрових об'єктів включає в себе питання доступу, резервного копіювання та електронного архівування. На цьому етапі також розглядаються питання організації доступу до цифрових ресурсів для різних користувачів, включаючи дослідників та громадськість.

Важливим також є налагодження співпраці та координація роботи з зацікавленими сторонами, такими як внутрішні відділи, дослідники, громадські організації та інші, спрямована на забезпечення широкої підтримки та використання цифрових ресурсів. Водночас, розподіл процесу оцифрування на етапи з призначенням контрольних рубежів допомагає у ефективному впровадженні та моніторингу прогресу.

Загальна мета будь-якої стратегії оцифрування полягає в створенні ефективної та стійкої системи для зберігання, управління та доступу до цифрових копій документів. Регулярне оновлення стратегії відповідно до технологічних змін та потреб організації є важливим аспектом.

**Висновок.** В Україні процес оцифрування архівних справ (описів, документів) та їх оприлюднення здійснюється у рамках затвердженої Державною архівною службою України «Програми оцифрування архівних інформаційних ресурсів на 2022-2025 роки», яка продовжує реалізовуватися не зважаючи на складний військовий час. Основною метою цієї Програми є забезпечення безперешкодного доступу до архівних інформаційних ресурсів та підвищення якості архівних послуг відповідно до потреб користувачів. Аналіз досягнень та практики державних архівів за останні роки, врахування людських, технічних та фінансових ресурсів стали вихідною точкою для розробки Програми та її очікуваних результатів.

Водночас, нами встановлено, що оцифрування архівних документів має суттєві переваги та деякі недоліки. Зокрема, перевагами є: зручність та швидкість копіювання без втрати якості; можливість необмеженого тиражування копій; простота та зручність організації доступу до інформації та створення ієрархічних структур; збереження первинного вигляду оригіналу при оцифруванні в кольорі з достатньою роздільною здатністю; тривале зберігання цифрової копії при перенесенні на нові носії та збереженні у актуальному графічному форматі з використанням алгоритмів утискання.

Негативними сторонами оцифрування архівних документів є: наявність механічного навантаження на палітурку документа; вплив світла та температури під час сканування, особливо при використанні неякісного обладнання.

## Список літератури

1. Божук Л. В. Інформаційні ресурси і сервіси Інтернет в роботі державних архівів України. Вісник Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Серія: Історія. 2016. № 3(130). С. 14–18.
2. Боряк Г.В. Електронні архівні публікації в Інтернеті: проблеми репрезентації інформаційних ресурсів. Архіви України. 2002. № 4 – 6. С. 141–169.
3. Вплив копіювально-розмножувальної техніки на збереженість архівних документів : метод. рекомендації / Укрдержархів, УНДІАСД, уклад.: О.Я.Гаранін, Н.М. Христова, І.В. Срібняк. К.: УНДІАСД, 2012. 28 с.
4. Залеток Н., Чорноморець Є. Сучасний стан упровадження електронних послуг центральними та обласними державними архівними установами України. Архіви України. 2023. Вип. 1. №334. С. 27–40. DOI: <https://doi.org/10.47315/archives2023.334.027>
5. Калакура Я., Ковтанюк Ю. Архівний менеджмент в умовах електронного урядування. Архіви України. 2019. № 3. С. 18–57. DOI: <https://doi.org/10.47315/archives2019.320.018>
6. Калакура Я., Палієнко М. Концептуалізація електронного архівознавства в контексті цифровізації українського суспільства. Архіви України. 2021. № 3. С. 36–65. DOI:

- <https://doi.org/10.47315/archives2021.328.036> .
7. Коцур В., Орлик С., Бондаренко О. «Оцифрування» і «цифровізація» в нумізматиці: теоретико-методологічні та джерелознавчі аспекти. Український нумізматичний щорічник. 2023. Вип. 7.
  8. Матяш І. Організація архівної справи в Україні. Студії з документознавства та архівознавства. 2005. Т.13. С. 10–26.
  9. Новини архіву. Сайт: ЦДІАК України. URL: <https://cdiak.archives.gov.ua/> (дата звернення 10.10.2023).
  10. Онищенко О. Документально-інформаційні ресурси архівів та бібліотек – спільна база для розвитку науки, освіти, культури. Архівознавство. Археографія. Джерелознавство: міжвідомчий збірник наукових праць. 2001. Вип.4. С.163–173.
  11. Про затвердження Програми оцифрування архівних інформаційних ресурсів на 2022-2025 роки: Наказ Державрхів служби України №165 від 29.12.2021р. Сайт: Державна архівна служба України. URL: <https://archives.gov.ua/?naDASU=1&s=&from=01.01.2020&to=31.12.2021&num=165> (дата звернення 10.10.2023).
  12. Чернятинська Ю.Г. Комплектування архівів документами в електронній формі та їх зберігання: історіографія питання. Архіви України. 2018. № 1. С.95. (88-102).
  13. Vak, Greg. Media and the Messengers: Writings on Digital Archiving in Canada from the 1960s to the 1980s. *Archivaria*. 2016. Vol. 82.P. 55–81.
  14. Belovari, Susanne. Historians and Web Archives. *Archivaria*. 2017. Vol. 83. P.59-79.
  15. Donaldson, Devan Ray. Trust in Archives– Trust in Digital Archival Content Framework. *Archivaria*. 2019. Vol. 88.P.50-83.
  16. E-Archive документи онлайн. Сайт ЦДІАК України. URL: [https://cdiak.archives.gov.ua/full\\_files/](https://cdiak.archives.gov.ua/full_files/) (дата звернення 10.10.2023).

УДК 004.77

**D.S.Kolesnyk, student**

**Svitlana Shcherbyna, Candidate of Pedagogical Sciences**

*Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi*

## ALGORITHM, SEARCH, RANKING FACTORS, WEBSITES, WEBPAGES, UPDATES, GOOGLE

This article is dedicated to Google's search algorithm, definition of this algorithm, how does it work, stages of the search process, how many and what ranking factors the algorithm uses and for what reasons this information is not public. This article also raises the issue of algorithm updates, their differences and the principle of operation.

### **Using Google Search Algorithm for Internet search**

Google's algorithms are a complex system used to retrieve data from its search index and instantly deliver the best possible results for a query. The search engine uses a combination of algorithms and numerous ranking factors to deliver webpages ranked by relevance on its search engine results pages (SERPs) [1].

The search process consists of three stages:

1. Crawling. The first stage involves Google's bots, also known as "spiders", crawling the web and looking for new or updated web pages. Pages need to be crawled and indexed in order to rank.
2. Indexing. This step is to analyze the content contained in URLs and try to figure out what each page is about. It does this by looking closely at the content, images, and other media files on the page, and then stores this information in a huge database known as the Google index.
3. Searching and ranking. The user enters a query, and the search engine ranks and returns content in relation to the query.

Exact information about how Google algorithms work is not public information and nobody knows outside of Google's inner circle. There are several compelling reasons for this. One of them is that if the algorithm becomes publicly available, everyone will be able to exploit it and doctor the system in their favor. As a result, this will generate useless search results for users and certainly create a worse internet. Also, one of the reasons it would greatly diminish the company's value, since the algorithm is a closely-guarded business secret, and releasing it would lead to this consequence [2].

Google keeps the details of its search ranking algorithm private but uses a lot of specific criteria to rank content. It's believed that there are well in excess of 200 ranking factors —and nobody knows them all. Even if someone knows all these factors, they will not remain relevant for long, since the algorithm is always changing. On average, Google releases updates for its update six times per day. Despite all of the above, Google still provides some information [3].

The algorithm categorizes information based on many factors, but some of the key factors, which can be found on Google's "How Search Works" page, include the following:

1. Meaning of query. The meaning of the query relates to the intent of the searcher. For Google to provide the most helpful answers, they need to fully understand what you're looking for. Google uses their proprietary language models to decipher the words in a query to match up to useful content. This includes steps such as recognizing and correcting spelling errors, and using a complex system of synonyms to allow relevant documents to be acted upon even if they do not contain the exact words being used.

2. Relevance of content. Google's systems analyze the content to assess whether it contains information that might be relevant to what is being searched for. The most basic signal for this is matching keywords in content to keywords in the query. If the page contains an exact match, that



sends a strong relevance signal to the system. In addition to assessing the types and number of keywords, ranking systems also analyze content relevance in other ways. The data is converted into signals that allow Google's machine learning algorithms to more accurately predict future relevance. The only drawback of this system as of now is that as it uses objective ranking signals, it fails to analyse subjective concepts such as the viewpoint or gist of a page's information [4].

3. Quality of content. The system looks for signals of expertise, authoritativeness and trustworthiness. One of several factors is understanding if other prominent websites link or refer to the content.

4. Usability of webpages. The algorithm prioritizes more user-friendly websites. Google also considers factors such as page loading speed, mobile responsiveness, and the overall user experience when evaluating the ranking of a web page.

5. Context and settings. The algorithm looks at information such as location, search history and search settings to return content based on the specific user profile. Search also personalizes results based on previous activity on the Google account [8].

Within these 5 categories are the aforementioned ranking factors. In addition to their complete list, the weights of each ranking factor is also unknown, but each aims to validate one of the above five principles in content. It's better for content creators to optimize for many of the factors rather than just a few. Some specific factors that they can directly measure include content organization, content length, website structure, backlinks, domain authority, meta descriptions, keywords etc. Five most prominent ranking factors can be highlighted:

1. Backlinks – backlinks, or links from other sites, show Google that other sites trust your content;

2. Freshness - refers to how “fresh,” or recent, the content on webpage is;

3. Keyword mentions - keyword variations in the headings of posts, the title of posts, at least one subheading, the intro paragraph, the page's URL;

4. User experience - encompasses a lot of different things, including the page load speed, mobile-friendliness, website design etc;

5. Topical authority - means sites that have additional, valued content about queries relevant to the one being searched.

As mentioned before, Google updates its algorithm regularly. Daily updates make minor tweaks. Algorithm updates that do significantly affect the search engine results page are called core algorithm updates. Google usually doesn't announce upcoming updates. A sign that Google is doing something on its end is inexplicable drops in traffic and conversion rates.

Updates to the core algorithm usually occur once a year. Some have been given memorable names by the SEO community or by Google itself to help alert people to them, prepare for them, and make them easier to reach. The eight main algorithm updates are: Panda, Penguin, Hummingbird, Mobilegeddon, RankBrain, Medic, Bert and Helpful Content.

Panda was first introduced on February 23, 2011 and is the most popular algorithm now. It works on a permanent basis and is a full-fledged component of the Google search algorithm. The most pervasive myth about Panda is that it is about duplicate content. John Mueller (Google Search Advocate) has clarified that duplicate content is independent of Panda. Google employees have stressed that Panda encourages unique content, but this goes deeper than avoiding duplication. What Panda is looking for is genuinely unique information that provides outstanding value to users [5].

The penguin algorithm can be termed as a focused version of the panda but it relatively checks for the micromanagement which is done on the website. In 2012, Google officially launched the “webspam algorithm update,” which specifically targeted link spam and manipulative link-building practices. The webspam algorithm later became known (officially) as the Penguin algorithm update via a tweet from Matt Cutts, who was then head of the Google webspam team. Google Penguin's objective is to down-rank sites whose backlinks look unnatural. This update put an end to low-effort link building, like buying links from link farms and PBNs.

Hummingbird is a significant update to Google's search algorithm introduced in 2013. It emphasises the meaning behind a user's search query rather than just the individual keywords. It

uses this information to return more relevant and accurate search results. Hummingbird is considered to be the beginning of Google's transition from keyword to topic. This update led to the fact that Google can show the user content relevant to his query, even if the text does not have an exact key, but uses, for example, synonyms or describes the necessary concept in other words. The mechanism of machine learning and artificial intelligence analyzes the semantic content of pages, the search behavior of users and gradually begins to rank higher those sites that are better suited to users [6].

Mobilegeddon, also has nicknames such as mobilepocalypse, mopocalypse, mobocalypse, it's a fairly simple but very important update to Google's algorithm. It is part of the search engine algorithm that evaluates the mobile version of websites. This update provided no gray area. Your pages were either mobile-friendly, or they weren't. There was no in-between.

RankBrain is a system by which Google can better understand the likely user intent of a search query. This can be taken as an extension of the Hummingbird algorithm which will be providing more focus on the delivery of relevant content and it is a major factor when the page ranking is considered.

Medic update made expertise and topical authority a strong ranking factor for health, wellness and personal finance sites. Many sites that had non-experts share advice on these topics dropped in SERP ranking following this update.

BERT added natural language processing capabilities to help the algorithm understand complex language in search queries. Unlike RankBrain, BERT doesn't rely on past search data to interpret intent. Since more than 15% of queries every day were new, Google needed BERT to solve the problems associated with the growing number of natural language queries. BERT is needed to understand the context and meaning of the query, regardless of the spelling and phrases used. It works by processing words in relation to other words in a sentence, rather than in order. This means BERT can understand the full meaning of a word in a search query by looking at the words that come before and after it. [4].

Helpful Content implemented to further prioritize high-quality content that is more likely to meet readers' needs. It penalizes websites that produce low-quality content or rely heavily on automation tools to create content.

The recurring theme in Google's algorithm updates is that Google wants to provide the most in-depth, authoritative, and high-quality content possible. As AI chatbots become more competent, Google can incorporate them into search and update its algorithm accordingly to handle the types of queries coming through that interface [11].

## References

1. <https://www.searchenginejournal.com/google-algorithm-history/>
2. <https://www.semrush.com/blog/google-search-algorithm/>
3. <https://ahrefs.com/blog/google-search-algorithm/#3-ranking-factors>
4. <https://intuji.com/how-does-google-search-work/>
5. <https://www.searchenginejournal.com/google-algorithm-history/panda-update/>
6. <https://searchengineland.com/8-major-google-algorithm-updates-explained-282627>
7. <https://project-seo.net/blog-uk/yak-pratcuuyut-filtry-poshulovyyh-system/>
8. [https://www.google.com/intl/en\\_us/search/howsearchworks/how-search-works/ranking-results/#meaning](https://www.google.com/intl/en_us/search/howsearchworks/how-search-works/ranking-results/#meaning)
9. <https://web-promo.ua/ua/blog/shho-take-filtry-google-za-shho-mozhna-pid-nyh-potrapyty/#>
10. <https://www.pixelproductionsinc.com/how-the-evolution-of-googles-algorithms-have-filtered-the-internet/>
11. <https://www.techtarget.com/whatis/feature/Google-algorithms-explained-Everything-you-need-to-know>

УДК 625.7:628.3

Т. Кирнасовська, магістрант

Т. Тунік, доцент, канд.техн. наук

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД КОС М. КРОПИВНИЦЬКИЙ З МЕТОЮ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ТРОТУАРНОЇ ПЛИТКИ

Проблема накопичення і переробки відходів набула глобального значення в наш час. Серед них значну частину складають осади, що утворюються після очищення каналізаційних стоків міст. В ці осади переходить значна частина забруднень, що поступають на очисні споруди. Щоденно в Україні утворюється 7600-8700 м<sup>3</sup> за об'ємом осадів стічних вод (ОСВ). Зрозуміло, що кількість цих відходів збільшується кожної доби. Їх особливістю є те, що вони містять в своєму складі майже всі хімічні елементи періодичної таблиці, а їх кількісний та якісний склад постійно змінюється. Незважаючи на те, що осади класифікують як малонебезпечні (IV клас) і розміщують відкрито на мулових майданчиках, вилучаючи при цьому з господарського обороту великі площі приміських територій, вони погіршують екологію та створюють загрозу для здоров'я населення. Збільшувати території під мулові майданчики недоцільно, як з екологічної, так і з економічної точки зору. Тому проблема утилізації та переробки ОСВ є актуальною для нашої держави та всього Світу.

В м. Кропивницький функціонують каналізаційно-очисні споруди з сучасною технологією очищення стоків – механічною та біологічною. Пропускна здатність 33 тис. м<sup>3</sup> на добу. Після решіток утворюється грубе сміття, яке вивозиться на сміттєзвалище, мінеральні частинки, які затримуються пісколовками – на піскові майданчики, а сирий осад та активний мул після відстійників – зневоднюються на центрифугах та вивозяться на мулові майданчики. На даний момент площа Первозванівських мулових майданчиків 40 га, де зберігають більше ніж 300 тис. т осадів стічних вод (ОСВ). Ці землі, які були виведені з сільськогосподарського користування, в результаті стали джерелом забруднення ґрунтових вод і повітря.

Досвід поводження з осадами стічних вод в інших країнах свідчить про те, що у переважній більшості вони використовують ОСВ у сільському господарстві як добрива. Крім того для переробки ОСВ застосовують спалювання, компостування та одержання біогазу. Практично кожна країна вирішує цю проблему по-своєму, так, наприклад у Західній Європі ОСВ переробляється наступним чином (%): добрива – 35; депонування з наступним скороченням захоронення – 20; спалювання – 5-12; рекультивация ландшафтів – 10. У США утилізують ОСВ як добриво – 38%, спалювання – 27%, вивезення на поля – 10%, отримання біогазу – 25%. За останні 15 років намітилась тенденція до скорочення застосування ОСВ у сільському господарстві, але збільшилось їх спалювання з подальшим використанням продукту спалювання.

В Світі постійно приділяють значну увагу цій проблемі, розробляється багато сучасних методів переробки ОСВ, але на практиці і досі не існує єдиного загальноприйнятого вирішення цієї проблеми. Вибір способу залежить від хімічного складу ОСВ, вологості після зневоднення, наявності патогенної мікрофлори, його кількості та інших параметрів. Наприклад, в Україні використання ОСВ як добрива має певні складнощі через

збільшений вміст в них важких металів, що не відповідає ДСТУ 7369:2013, а його застосування як енергетичного ресурсу хоч і є перспективним, але потребує великих капіталовкладень.

Оптимальним рішенням для розв'язання проблеми накопичення та переробки ОСВ є їх використання як компонентів у виробництві будівельних матеріалів. Це підтверджується практичним досвідом деяких розвинених країн, у яких ОСВ використовується для виробництва бетону, цегли, кераміки, гіпсу, інших матеріалів. Таке використання має багато переваг, однією з яких є зниження витрат на утилізацію, але головною перевагою є збереження природного ресурсу – землі, крім цього зменшення забруднення атмосфери та скорочення викидів парникових газів. Лідером у галузі використання ОСВ для виробництва будівельних матеріалів є Ізраїль. У цій країні 90% осадів переробляють на спеціальних заводах, де їх знезаражують, просушують та гранулюють. Після цього вони використовуються як добриво, але здебільшого як сировина для виготовлення різноманітних будівельних матеріалів. Такі матеріали з ОСВ мають високу міцність, стійкість до вогню, вологи, термітів, грибків. Їх використовують для будівництва житлових та громадських будівель, доріг, мостів, тунелів, парків. Одним з лідерів у Європі з переробки ОСВ у будівельній галузі є Німеччина, так, у 2021 році 60% ОСВ було використано у будівництві.

Вивчення складу осаду показали, що він приблизно на 58% складається з органічних сполук, мінеральна частина складається в основному з сполук кремнію, кальцію, магнію, алюмінію, заліза. В осаді містяться такі біогенні елементи, як азот, фосфор, калій; мікроелементи - бор, кобальт, марганець, мідь, молібден, цинк. Елементарний склад сухої речовини осадів коливається в широких межах. Суха речовина сирих осадів має приблизно такий склад (%): 35,4–87,8 С; 0,2–2,7 S; 1,8–8,0 N та інші; суха речовина активного мула містить, %: 44,0–75,8 С; 0,9–2,7 S; 3,3–9,8 N. Активна реакція середовища в осадах коливається в межах 6–8 рН.

Зокрема на КОС м. Кропивницький вологість ОСВ після зневоднення на центрифугах складає 20%, а використання флокулянту, сприяє укрупненню часток осаду, розміри яких коливаються від 3 до 10 мм.

Аналіз осадів стічних вод здійснюється лабораторією підприємства. За результатами аналізу лабораторії СЛКВВ ОКВП «Дніпро-Кіровоград» на важкі метали, нітрати та нафтопродукти осад містить:

Назва показника	Нормативне значення показника (мг/кг)	Результат вимірювань (мг/кг)
Миш'як	Не більше 2,0	0,906
Кадмій	Не більше 3,0	0,865
Кобальт	Не більше 5,0	2,538
Хром	Не більше 6,0	5,145
Мідь	Не більше 3,0	3,00
Марганець	Не більше 1500,0	131,25
Нікель	Не більше 4,0	3,45
Свинець	Не більше 32,0	4,04
Цинк	Не більше 23,0	16,54
Нітрати	Не більше 130,0	112,68
Нафтопродукти	Не більше 500,0	8,25
Амоній обмінний	Не нормується	8,84

Всі ці показники ОСВ знаходяться в межах норми (не перевищують ГДК), тому це створює можливість використання його як сировини для будівельних матеріалів, зокрема, як компоненту (наповнювача) у виробництві тротуарної плитки.

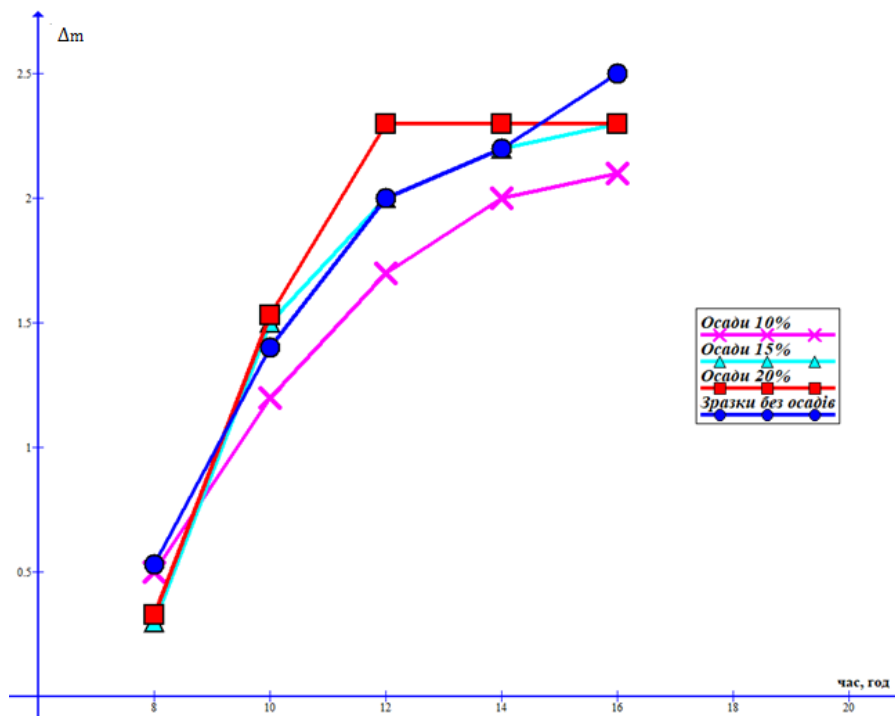
За традиційною технологією виготовлення тротуарної плитки, наповнювачем є пісок та щебінь, на кафедрі екології були проведені дослідження по частковій заміні його на ОСВ.

Дослідження були проведені в такій послідовності: спочатку сформували дослідні зразки, потім визначили їх властивості.

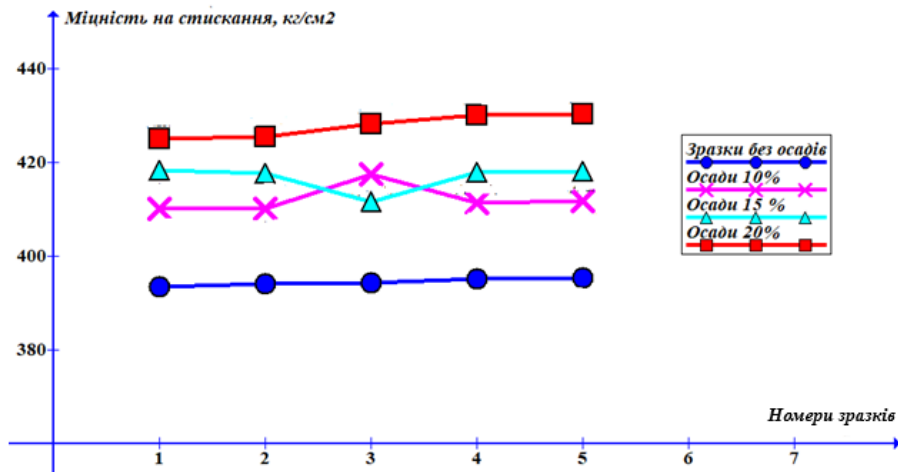
За основу при формуванні лабораторних зразків був прийнятий типовий склад суміші для тротуарної плитки, який використовується найчастіше у її виробництві: цемент марки М500 - 20-25%, наповнювач (пісок+гравійна суміш) 50-55%, вода 30%, інші добавки понад 100% їх в дослідженнях не враховували.

Дослідні зразки були сформовані з маси в якій пісок та гравійну суміш поступово заміщували на еквівалентну кількість осаду. При цьому враховували вміст вологи в осаді і масу самого осаду.

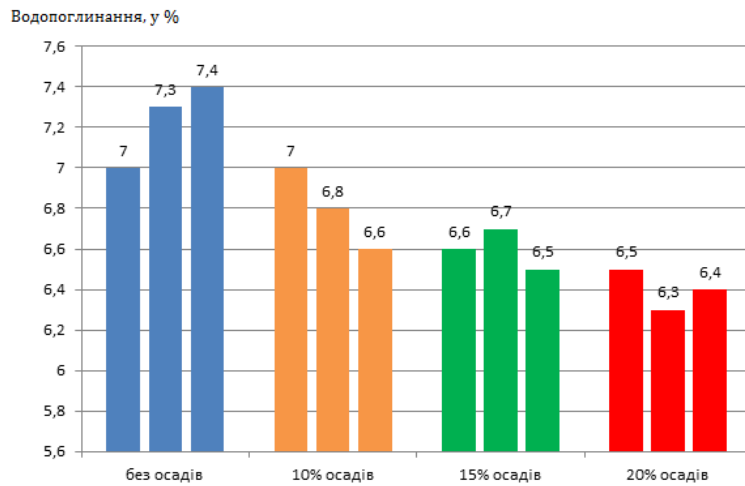
В результаті проведених лабораторних досліджень зразків плитки, виготовленої з додаванням ОСВ, було встановлено оптимальний вміст ОСВ у складі суміші для виготовлення тротуарної плитки у кількості 10-20% від маси наповнювача (графік 1), що дозволило одержати тротуарну плитку з такими показниками: міцність на стискання 393,6-430,2 кг/см<sup>2</sup> (графік 2), водопоглинання 6,3-6,5 % (графік 3), що відповідає технічним вимогам.



Графік 1. Залежність процесу твердіння зразків плиток від часу



Графік 2. Порівняльна характеристика міцності на стискання дослідних зразків



Графік 3. Порівняльна характеристика водопоглинання дослідних зразків

Таким чином ці дослідження підтвердили доцільність використання ОСВ міських очисних споруд як компонента для виготовлення такого будівельного матеріалу як тротуарна плитка. Це є перспективним, екологічним та економічно вигідним методом використання ОСВ, що підтверджується і тим фактом, що в процесі виготовлення 1 м<sup>2</sup> такої плитки можна використати від 10 до 50 кг зневодненого осаду в залежності від форми та розміру покриття. Тобто осади, які вважаються відходами, використовуються в якості вторинної сировини без витрат на їх додаткову обробку.

Нище представлено фото тротуарної плитки, виготовленої з використанням ОСВ.



### Список літератури

1. Бабаєв В.М. Альтернативні технологічні рішення проблеми повної утилізації мулового осаду стічних вод// В.М. Бабаєв та ін. – Комунальне господарство міст. 2018. Вип. 144. - С. 32–42.
2. Засідко І.Б., Полутаренко М.С., Мандрик О.М. Утилізація осадів міських стічних вод// І.Б. Засідко та ін. III Міжнародна науково-технічна конференція «Водопостачання і водовідведення: проектування, будівництво, експлуатація, моніторинг». – Львів: Львівська політехніка. – 2019 р.
3. Карп І.М., П'яних І.М., Нікітін Є.Є. Проблема утилізації та знешкодження мулових осадів міських стічних вод та шляхи її вирішення. Енерготехнології та ресурсозбереження, 2017, №2. - С.28-35.
4. Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж. А., Пазюк В. М., Новікова Ю.П. Стан технологій очищення стічних вод в Україні та світі // Ю.Ф.Снежкін та ін. – Київ: Інститут технічної теплофізики НАН України. Теплофізика та теплоенергетика, 2021, т. 43, №1. С. 5-12
5. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод: навч. посібник // В. А. Ковальчук. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
6. Шквірко О.М., Тимчук І.С., Мальований М.С. Адаптація світового досвіду утилізації осадів стічних вод до екологічних умов України НУ «Львівська політехніка» [Текст]// О.М.Шквірко та ін. – Львів: Науковий вісник НЛТУ України, 2019, т.29 №2, с. 82-87.

УДК: 628.4.04

А.Віляда, магістр, гр. ЕО-22М

Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДХОДІВ КАВИ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ В ЗАКЛАДАХ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

Відходи кави, які утворюються в закладах громадського харчування, є значним екологічним викликом, що вимагає ефективних рішень для їх утилізації. У статті досліджуються основні характеристики кавових відходів, їхній хімічний склад та потенційні методи переробки. Також наведено огляд останніх досліджень, що підтверджують потенціал кавових відходів у різних сферах. Обговорюються методи утилізації, включаючи компостування, біоконверсію та виробництво біопалив, а також екологічні переваги їх застосування. Висновки дослідження підкреслюють важливість сталого підходу до управління відходами кави, що може не лише знизити негативний вплив на довкілля, а й сприяти розвитку циркулярної економіки. Впровадження запропонованих рішень відкриває нові перспективи для використання кавових відходів у якості цінних ресурсів у різних галузях.

**відходи кави, управління відходами, вплив на довкілля**

**Постановка проблеми.** Заклади громадського харчування є значними споживачами кави, що призводить до утворення великої кількості кавових відходів. Кавова гуща, що є основним відходом, містить біологічно активні компоненти та володіє певними фізико-хімічними властивостями, що робить її перспективною сировиною для подальшої утилізації та переробки.

Проблема відходів кави має екологічний, економічний і соціальний аспект, оскільки відсутність ефективних систем їх утилізації посилює забруднення навколишнього середовища.

Утилізація кавової гущі в умовах міської інфраструктури досі не розроблена на належному рівні, тому актуальність дослідження полягає у пошуку нових рішень для збору, переробки та застосування цих відходів. Зростаюча увага до питань сталого розвитку, економії ресурсів і екологічної відповідальності підштовхує наукові дослідження, які націлені на пошук нових способів утилізації кавових відходів, включаючи їх повторне використання у вигляді компосту, біопалива або навіть харчових добавок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні роки було проведено декілька наукових досліджень щодо утилізації кавових відходів, які підтверджують, що кава є важливим продуктом, який споживається у великих обсягах. Водночас виробництво і споживання кави супроводжується значними обсягами відходів, які, якщо їх не утилізувати, можуть завдати серйозної шкоди навколишньому середовищу.

Виділяються наступні типи відходів кави:

- Spent Coffee Grounds (SCGs): утворюються внаслідок приготування кави. Вони містять клітковину, лігнін, жири та білки. SCGs мають потенціал для використання в біопаливі, біодизелі, а також як адсорбенти для видалення забруднень з води.

- Coffee Husk: основний побічний продукт, що утворюється при обробці кавових вишень. Хоча він є відходом, його можна використовувати для виробництва біогазу, компосту, а також як субстрат для вирощування грибів.



- Coffee Pulp: пульпа є ще одним важливим побічним продуктом, що містить велику кількість вуглеводів і білків. Вона також може бути використана для виробництва біогазу, пектинових речовин, а також у харчовій промисловості.

- Coffee Silverskin: цей продукт утворюється під час обсмажування кави. Він містить розчинні харчові волокна та антиоксиданти, що робить його потенційно корисним для харчових добавок та косметичних засобів.

Отже, кавова індустрія має значний екологічний вплив, але існує потенціал для зменшення цього впливу через утилізацію відходів. Пошук нових технологій та методів повторного використання відходів може не лише зменшити забруднення, а й створити нові бізнес-можливості.

**Мета і завдання дослідження.** Метою даної роботи є визначення основних характеристик кавової гущі як відходу закладів громадського харчування,

Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання:

- огляд існуючих методів утилізації кавової гущі;
- визначення основних характеристик кавової гущі, які можуть впливати на подальші схеми її утилізації;
- аналіз перспектив її переробки для зменшення екологічного навантаження.

*Об'єктом дослідження* є відходи кавової гущі, що утворюються в закладах громадського харчування.

У наукових статтях різних авторів нами виявлено наступні основні методи утилізації кавових відходів:

- Виробництво біогазу: використання SCGs, кавової шкірки та пульпи для виробництва біогазу через анаеробне бродіння.
- Компостування: утилізація відходів для покращення якості ґрунту.
- Виробництво біопалив: використання відходів для виробництва біодизелю або біоетанолу.
- Харчові добавки: включення кавових відходів до складу харчових продуктів для збільшення їхньої поживної цінності.

Для можливості утилізації кавової гущі за будь-яким напрямком потрібно розуміти її основні характеристики.

Кавова гуща утворюється під час приготування кави і є біологічно активним матеріалом, багатим на органічні речовини. Вона складається на 50-60% з клітковини, 10-15% жирів та 10-20% вуглеводів [2].

Вологість кавової гущі одразу після використання становить 80-85%, що зумовлює її обмежений термін зберігання без спеціальної обробки. Через високу вологість у кавовій гущі швидко розвиваються мікроорганізми, що призводить до її розкладання та появи неприємного запаху.

Крім того, кавова гуща містить до 10% жирів та олій, які можна використовувати для виробництва біопалива або косметичної продукції.

Морфологічні дослідження показали, що кавова гуща має дрібнодисперсну структуру, частинки якої мають нерівну поверхню з порами різного розміру. Це робить кавову гущу придатною для використання як сорбент для очищення води від важких металів та органічних сполук.

Поодинокі дослідження показали, що кавова гуща ефективно абсорбує іони свинцю та кадмію з водних розчинів. Так, у статті [1] було показано, що швидкість адсорбції іонів свинцю кавовою гущею була прямо пропорційна кількості доданої до розчину кавової гущі. Коли кавову гущу знежирювали або кип'ятили, кількість іонів свинцю зменшувалася. Коли білки, що містяться в кавовій гущі, були денатуровані, адсорбція іонів свинцю значно зменшилася. Здатність кавової гущі поглинати іони свинцю зменшувалася зі збільшенням концентрації хлоридної кислоти, що використовувалася для її обробки, і зникла при використанні 10% хлоридної кислоти. Експерименти показали, що білки, які містяться в кавових зернах, залежать від адсорбції іонів свинцю. Це дослідження дало позитивну

відповідь на можливість використання кавової гущі, яка є поширеним харчовим відходом, для видалення іонів свинцю з питної води.

Основною проблемою при утилізації кавової гущі є її високий вміст органічних речовин, що при неналежному зберіганні швидко розкладаються, виділяючи метан — парниковий газ. Тому важливо розробити ефективні методи зберігання та переробки кавових відходів. Одним із можливих рішень є використання кавової гущі для компостування, що дозволить отримати високоякісне органічне добриво.

Ще одним із найперспективніших напрямів є її використання як біопалива. Кавова гуща має високий енергетичний потенціал завдяки вмісту вуглеводів та жирів. Пелетизація або спалювання кавової гущі у спеціалізованих установках може забезпечити виробництво тепла з низьким рівнем викидів CO<sub>2</sub>.

Інший напрямок – це використання кавових відходів у виробництві біопластику та біорозкладаних матеріалів. Вже розроблено технологію перетворення кавової гущі на матеріали для пакування, що можуть розкладатися протягом кількох місяців.

#### **Перспективи використання кавової гущі у закладах громадського харчування.**

Заклади громадського харчування можуть впроваджувати системи для збору кавових відходів та співпрацювати з місцевими переробними підприємствами. Важливо також проводити освітні кампанії серед працівників закладів щодо екологічної користі від роздільного збору та утилізації кавових відходів.

**Висновки.** Кавова гуща є перспективним відходом, що може бути перероблена в екологічно чистий ресурс. Однак для цього необхідно розробити ефективну інфраструктуру збору, переробки та використання кавових відходів на міському рівні. Перспективними напрямками досліджень є використання кавової гущі як біопалива, сировини для компосту та біорозкладаних матеріалів.

#### **Список літератури**

1. Tokimoto T, Kawasaki N, Nakamura T, Akutagawa J, Tanada S. Removal of lead ions in drinking water by coffee grounds as vegetable biomass. *J Colloid Interface Sci.* 2005 Jan 1;281(1):56-61. doi: 10.1016/j.jcis.2004.08.083. PMID: 15567380.
2. Lenka Blinová, Maroš Sirotiak, Alica Bartošová, Maroš Soldán. Review: utilization of waste from coffee production. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology.* Volume 25 (2017): Issue 40 (June 2017)

УДК: 628.4.

**В.Мельніченко, магістр, гр. ЕО-22М**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА РІВНІ ДОМОГОСПОДАРСТВ

У статті розглядається управління відходами на рівні домогосподарств як важливий аспект екологічної стратегії, спрямованої на зменшення обсягів відходів та їх негативного впливу на навколишнє середовище. Аналізуються види відходів, методи їх управління, а також виклики, з якими стикаються окремі домогосподарства.

**відходи, утилізація, соціальні аспекти**

**Постановка проблеми.** Зростання населення та зміни в способах споживання призводять до збільшення обсягів відходів, які утворюються на рівні домогосподарств. За даними Світової організації охорони здоров'я (СОЗ), понад 2 мільярди тонн відходів щорічно утворюється лише в домогосподарствах. Неefективне управління цими відходами може призвести до серйозних екологічних, соціальних та економічних проблем. Тому важливо вивчити різні аспекти управління відходами на рівні домогосподарств та запропонувати практичні рекомендації.

**Актуальність дослідження.** Актуальність теми управління відходами на рівні домогосподарств зростає в умовах глобалізації та зміни клімату. Питання утилізації відходів стало критично важливим для забезпечення сталого розвитку міст і сіл, покращення якості життя населення та збереження природних ресурсів. Стратегії, що базуються на екологічній свідомості, можуть значно поліпшити ситуацію з відходами, зменшуючи їх кількість і підвищуючи рівень переробки.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження полягає у вивченні проблем управління відходами на рівні домогосподарств, аналізі існуючих методів та розробці рекомендацій для покращення ситуації.

Завдання дослідження:

- проаналізувати види відходів, що утворюються у домогосподарствах.
- вивчити методи управління відходами на рівні домогосподарств.
- оцінити виклики, з якими стикаються домогосподарства в управлінні відходами.
- запропонувати практичні рекомендації щодо покращення управління відходами на рівні домогосподарств.

**Об'єкт дослідження** - управління відходами на рівні домогосподарств, включаючи види відходів, методи їх утилізації, культурні та соціальні аспекти, що впливають на управлінські рішення.

Управління відходами на рівні домогосподарств є важливим елементом екологічної політики та сталого розвитку. Відходи, що утворюються в домогосподарствах, можуть мати значний негативний вплив на навколишнє середовище, якщо їх не утилізувати належним чином. З метою зменшення цього впливу та забезпечення стійкості ресурсів, важливо впроваджувати ефективні практики управління відходами [1].

Відходи, що утворюються у домогосподарствах, можна класифікувати на кілька категорій:

1. Біологічні відходи: залишки їжі, рослинні відходи, упаковка з біоматеріалів.
2. Сміття: упаковка, пластикові та скляні пляшки, папір.
3. Небезпечні відходи: батарейки, медичні відходи, хімічні засоби.

4. Тверді відходи: меблі, побутова техніка, інші предмети, які більше не використовуються.

Управління відходами на рівні домогосподарств може включати [2]:

- Зменшення утворення відходів: акцент на свідоме споживання, уникнення надмірної упаковки, використання багаторазових виробів.

- Повторне використання: передача непотрібних речей іншим, продаж на онлайн-майданчиках, перетворення старих предметів у нові.

- Переробка: відділення відходів за категоріями для подальшої переробки, що включає папір, пластик, скло та метали.

- Компостування: перетворення органічних відходів у компост, який може використовуватися для удобрення ґрунту.

Попри переваги, існують певні виклики, які ускладнюють управління відходами на рівні домогосподарств. Серед них можна виділити наступні:

- відсутність базових знань: багатьом домогосподарствам не вистачає знань про правильне поводження з відходами та їх переробку.

- обмеження в інфраструктурі: недостатня кількість пунктів збору вторинних сировин або компостування.

- культурні бар'єри: в деяких громадах існують стереотипи, які заважають впровадженню екологічних практик.

Домогосподарства виробляють різноманітні види відходів. Наприклад, за даними Державної служби статистики України, більша частина відходів у домогосподарствах – це органічні відходи, що становлять близько 40% від загального обсягу.

Переробка є важливим аспектом управління відходами. Багато домогосподарств не знають, які матеріали підлягають переробці, що призводить до їх змішування з іншими відходами. Ефективна система збору та переробки відходів може суттєво знизити навантаження на сміттєзвалища.

Соціальні фактори також відіграють важливу роль у управлінні відходами. Дослідження показують, що рівень освіти та соціально-економічний статус домогосподарств впливають на їхнє ставлення до утилізації відходів. Громадські ініціативи можуть стимулювати населення до активнішої участі в управлінні відходами.

Концепція «нульові відходи» (Zero Waste) — це стратегія, що передбачає зменшення відходів до нуля шляхом їх мінімізації, повторного використання та переробки. Основна мета цієї концепції полягає в тому, щоб забезпечити сталий розвиток, зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище. «Нульові відходи» означає не лише скорочення кількості відходів, що потрапляють на сміттєзвалища, а й відмову від неекологічних матеріалів і практик.

Впровадження програм зменшення утворення відходів, таких як «нульові відходи», може суттєво знизити їх обсяги. Різні країни, які реалізували такі програми, демонструють значні успіхи у зменшенні кількості відходів, що потрапляють на сміттєзвалища.

Освіта населення є ключовим фактором у зміні поведінки споживачів і впровадженні програм зменшення утворення відходів. Незалежно від того, наскільки ефективною є програма з управління відходами, без активної участі населення та його свідомого ставлення до проблеми, результати можуть бути обмеженими.

Екологічна свідомість населення може бути значно підвищена за рахунок освітніх програм, які інформують про негативний вплив відходів на навколишнє середовище. Це може включати проведення семінарів, лекцій, публікацій в медіа, участь у екологічних акціях. Залучення населення до активних дій може сприяти формуванню екологічної культури.

Освіта населення щодо правильного роздільного збору відходів є важливим аспектом ефективного управління відходами. Багато людей не знають, які матеріали підлягають переробці, і вважають, що всі відходи можна викидати разом. Інформування про переваги

роздільного збору може призвести до зростання рівня переробки та зменшення обсягів відходів.

Включення громади в процес управління відходами сприяє зміцненню зв'язків між людьми та покращує їх ставлення до утилізації відходів. Освітні програми можуть включати практичні заходи, такі як організація збору вторинної сировини, акції з очищення території, навчання компостуванню. Залучення громади сприяє формуванню спільних цінностей та відповідальності за стан навколишнього середовища [3].

Освітні програми можуть навчити населення сталому споживанню, яке передбачає свідомий вибір товарів, усвідомлення впливу споживчих звичок на навколишнє середовище. Важливо пояснити, що кожен може зробити внесок у зменшення обсягів відходів, обираючи екологічні продукти, уникаючи одноразових товарів і підтримуючи місцевих виробників.

**Висновки.** Ефективне управління відходами на рівні домогосподарств є критично важливим для зменшення загального обсягу відходів та їх негативного впливу на навколишнє середовище. Впровадження програм зменшення утворення відходів, зокрема концепції «нульові відходи», може суттєво знизити їх обсяги. Успішні приклади з різних країн свідчать про те, що ефективні стратегії управління відходами здатні змінити ставлення суспільства до екологічних проблем.

Однак для досягнення успіху в цій сфері необхідно приділяти особливу увагу освіті населення. Підвищення екологічної свідомості, розуміння важливості роздільного збору відходів, активна участь громади та розвиток навичок сталого споживання – це ключові елементи, які можуть забезпечити ефективне управління відходами на рівні домогосподарств і сприяти сталому розвитку суспільства. Зміна культури споживання, акцент на повторному використанні та компостуванні може стати основою для сталого розвитку.

## Список літератури

1. Закон України «Про управління відходами» від 20 червня 2022 року № 2320-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення 20.11.2023)
2. Problem of municipal solid waste of Ukraine and ways to solve it. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1049/1/012019/pdf> (дата звернення 19.11.2023)
3. Пропозиції Європейської бізнес асоціації щодо відновлення України. Жовтень, 2022 рік, (Екологічні питання с. 52) URL: [https://eba.com.ua/wp-content/uploads/2022/12/EBA\\_VIDNOVLENNYA\\_EKONOMIKY\\_UKRAYINY.pdf](https://eba.com.ua/wp-content/uploads/2022/12/EBA_VIDNOVLENNYA_EKONOMIKY_UKRAYINY.pdf) (дата звернення 20.11.2023)

УДК: 631.147

С.Іващишин, магістр, гр. ЕО-23М

О.Медведєва, доц., канд.біол.наук

Центральноукраїнський національний технічний університет

## ЗНИЖЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЧЕРЕЗ ОПТИМІЗАЦІЮ ДОБРИВ

У статті досліджено заходи, спрямовані на зниження вуглецевого сліду аграрного сектору шляхом оптимізації використання добрив. Розглянуто основні джерела викидів парникових газів, пов'язані з використанням мінеральних добрив, та проаналізовано екологічну ефективність органічних і біодобрив у порівнянні з традиційними мінеральними добривами. Особливу увагу приділено методам прецизійного землеробства, інгібіторам нітрифікації, покривним культурам і сівоzmіні як ефективним способам зниження впливу на довкілля. Доведено, що оптимізація застосування добрив сприяє не лише зниженню обсягів викидів, а й забезпеченню сталого розвитку сільського господарства.

**аграрний сектор, вуглецевий слід, оптимізація добрив, органічні добрива, біодобрива, прецизійне землеробство, парникові гази, сталий розвиток**

**Постановка проблеми.** Аграрний сектор є одним з найбільших джерел парникових газів у світі, що зумовлено процесами виробництва, використання добрив, а також ґрунтовими викидами. Основними джерелами цих викидів є діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) і оксид азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ) – гази, які спричиняють глобальне потепління. Неправильне та надмірне використання синтетичних добрив є однією з ключових причин зростання викидів  $\text{N}_2\text{O}$ , що підвищує вплив сільського господарства на кліматичні зміни. Тому оптимізація застосування добрив може значно зменшити вуглецевий слід аграрного сектору. У цьому есе буде розглянуто стратегії оптимізації добрив, які спрямовані на мінімізацію впливу на довкілля та збереження продуктивності сільського господарства.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження: проаналізувати вплив різних підходів до оптимізації добрив на вуглецевий слід аграрного сектору.

Для досягнення поставленої мети поставлені наступні завдання:

1. Визначити основні джерела викидів парникових газів, пов'язані з використанням мінеральних добрив у сільському господарстві.

2. Оцінити екологічну ефективність органічних і біодобрив у порівнянні з традиційними мінеральними добривами.

3. Вивчити вплив органічних добрив і біодобрив на якість ґрунту та здатність його до поглинання вуглецю.

**Об'єкт дослідження** - аграрний сектор та його екологічний вплив, зокрема, викиди парникових газів, що виникають внаслідок використання різних типів добрив

Азотні добрива спричиняють значні викиди парникових газів через процеси виробництва, транспортування і застосування на полях. Виробництво таких добрив потребує великих обсягів енергії, що часто базується на викопних джерелах, призводячи до викидів  $\text{CO}_2$ . Оксид азоту, який утворюється при застосуванні азотних добрив у ґрунті, є особливо потужним парниковим газом: його здатність утримувати тепло в 300 разів перевищує таку здатність  $\text{CO}_2$  [3].

Проте скорочення кількості використання добрив або повна відмова від них не є практичними варіантами, оскільки вони є необхідними для підтримки врожайності. Тому основним напрямком для скорочення вуглецевого сліду стає оптимізація використання добрив.

Є декілька стратегій оптимізації використання добрив. Розглянемо основні з них.

Прецизійне землеробство. Одним з найбільш перспективних методів скорочення вуглецевого сліду є прецизійне землеробство. Завдяки технологіям геоінформаційних систем (ГІС) і дистанційного зондування, фермери можуть отримувати детальну інформацію про якість ґрунту та рівень його насичення поживними речовинами. Це дозволяє застосовувати добрива лише там, де вони справді необхідні, і в точних кількостях. Прецизійне внесення добрив не тільки знижує витрати, але й зменшує кількість викидів.

Застосування інгібіторів нітрифікації. Інгібітори нітрифікації – це хімічні речовини, що уповільнюють перетворення амонійного азоту в нітрати, які легко вимиваються з ґрунту. Це дозволяє зменшити втрати азоту і мінімізувати утворення  $N_2O$ , який є потужним парниковим газом. Дослідження показують, що використання інгібіторів може зменшити викиди  $N_2O$  на 30-40%, що робить цей метод ефективним і з екологічної, і з економічної точки зору [1, 2].

Органічні та біодобрива. Заміна синтетичних добрив на органічні і біодобрива також може сприяти зниженню вуглецевого сліду. Органічні добрива, такі як компост і перегній, поступово вивільняють поживні речовини в ґрунт, знижуючи ризик вимивання та викидів  $N_2O$ . Біодобрива на основі мікроорганізмів можуть збільшити родючість ґрунту без шкоди для довкілля, підвищуючи ефективність використання поживних речовин.

Використання покривних культур. Покривні культури (наприклад, конюшина, люцерна) допомагають зберегти азот у ґрунті, а також запобігають ерозії і втратам поживних речовин. Вони допомагають утримувати азот у ґрунті, зменшуючи кількість необхідних азотних добрив для основних культур. Дослідження показали, що використання покривних культур може зменшити необхідність в азотних добривах до 50%, що, у свою чергу, зменшує викиди парникових газів [4].

Сівозміна і різноманіття культур. Сівозміна і вирощування різних культур можуть допомогти знизити залежність від добрив та поліпшити структуру ґрунту. Бобові культури, наприклад, здатні фіксувати азот, що може знизити необхідність у додаткових добривах для наступних культур у сівозміні.

Оптимізація часу внесення добрив. Дослідження показують, що час внесення добрив є критичним фактором, який впливає на викиди парникових газів. Внесення добрив у періоди активного росту рослин зменшує втрати азоту через вимивання і випаровування, зменшуючи викиди  $N_2O$ . Це досягається шляхом врахування погодних умов і фаз розвитку рослин.

Більш докладно розглянемо органічні та біодобрива. Органічні та біодобрива відіграють важливу роль у зниженні вуглецевого сліду аграрного сектору завдяки їхньому екологічно безпечному складу та натуральним властивостям. Їх використання сприяє збереженню ґрунту, покращенню його структури та забезпеченню сталого використання природних ресурсів. У цьому контексті органічні та біодобрива можна поділити на кілька основних типів, кожен з яких має особливості та переваги для різних аспектів сільськогосподарської діяльності.

Органічні добрива є природними продуктами, які отримують переважно із залишків рослинного та тваринного походження, таких як компост, гній, перегній та залишки рослин після збору врожаю. Вони збагачують ґрунт мікро- та макроелементами, поліпшуючи його структуру і водний баланс, а також активізують діяльність ґрунтових мікроорганізмів. Використання органічних добрив має низку переваг:

- Зменшення викидів: на відміну від синтетичних добрив, органічні добрива повільно розкладаються у ґрунті, що зменшує ймовірність утворення  $N_2O$  та його викидів в атмосферу.

- Відновлення родючості: органічні добрива збагачують ґрунт органічною речовиною, яка поступово покращує родючість та підвищує здатність утримувати вологу.

- Безпечність для екосистем: органічні добрива не містять хімічних добавок, тому знижують ризик забруднення водних ресурсів.

Компост, який є популярним органічним добривом, сприяє перетворенню органічних відходів у цінний ґрунтопокрощувач, що знижує потребу у синтетичних добривах і зменшує кількість відходів, що відправляються на звалища.

Біодобрива включають продукти на основі мікроорганізмів, що підвищують здатність ґрунту до поглинання і утримання поживних речовин, а також стимулюють ріст рослин.

Біодобрива бувають різних видів:

- азотфіксуючі мікроорганізми, які можуть фіксувати атмосферний азот і перетворювати його в доступну для рослин форму, що зменшує потребу у використанні синтетичних азотних добрив;

- фосфатмобілізуючі мікроорганізми, які розчиняють фосфати в ґрунті, роблячи їх доступними для рослин. Це дозволяє скоротити потребу в фосфорних добривах.

- каліймобілізуючі бактерії підвищують доступність калію у ґрунті, який є важливим для росту рослин і підвищення стійкості до посухи.

Переваги використання органічних та біодобрив:

- економічна вигода: органічні добрива зазвичай доступні на місцевому рівні, що знижує витрати на їх транспортування та виробництво.

- зменшення впливу на зміну клімату: зниження залежності від синтетичних добрив зменшує обсяг викидів парникових газів.

- стійкість ґрунту: використання органічних добрив сприяє утворенню гумусу, що підвищує стабільність ґрунту і зменшує ерозію.

- покращення біорізноманіття: органічні добрива не лише покращують ґрунтову структуру, але й сприяють зростанню популяції корисних мікроорганізмів.

#### **Висновки.**

Оптимізація добрив є потужним інструментом у зниженні вуглецевого сліду аграрного сектору. Використання таких методів, як прецизійне землеробство, інгібітори нітрифікації, органічні добрива, покривні культури, сівозміна та оптимізація часу внесення добрив, дозволяють не лише зберегти продуктивність ґрунтів, але й значно знизити негативний вплив на довкілля.

Ці методи не лише скорочують викиди парникових газів, але й сприяють збереженню ґрунтів і забезпеченню сталого розвитку сільського господарства.

Оптимізація застосування органічних та біодобрив у аграрному секторі є перспективним напрямом для зниження вуглецевого сліду. Цей підхід сприяє створенню екологічно стійкого сільського господарства, яке враховує вимоги довкілля та забезпечує достатню врожайність для задоволення потреб людства.

#### **Список літератури**

1. Jeffery S., Abalos D., Prodana M., Bastos A.C., van Groenigen J.W., Hungate B.A., Verheijen F. Biochar boosts tropical but not temperate crop yields. 2017. *Environmental Research Letters*. V 12. P. 053001.
2. Балюк С.А., Медведєв В.В., Кучер А.В., Соловей В.Б., Левін А.Я., Колмаз Ю.Т. Управління органічним вуглецем ґрунту в контексті продовольчої безпеки й змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2017. С. 11–18.
3. ЕЕА: Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2019 and inventory report 2021: European Environmental Agency, Copenhagen. 2021. [https://www.eea.europa.eu/ds\\_resolveuid/f454ae4c825646b2a15497b17a71dbf0](https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/f454ae4c825646b2a15497b17a71dbf0)
4. Бережнюк С.М., Наумовська О.І., Бережнюк М.Ф. Деградаційні процеси в ґрунтах України та їх негативні наслідки для довкілля. *Біологічні системи: теорія та інновації*. 2022. Vol. 13. № 3–4.



УДК 502.72: (477.84)

Л. Рябуха, магістр, гр. ЕО-23М

Науковий керівник: В. Гулай, к.с.-г.н., доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет

## ЗНАХІДКИ ЧУЖОРІДНОГО ВИДУ - ВОГНІВКИ САМШИТОВОЇ (*CYDALIMA PERSPECTALIS*) НА ТЕРИТОРІЇ М. КРОПИВНИЦЬКИЙ

У статті наведено інформацію про виявлення нового чужорідного виду комах – шкідників на території м. Кропивницький, який може становити потенційну загрозу.

**вогнівка самшитова, комахи-шкідники, чужорідний вид, біорізноманіття**

**Постановка проблеми.** Вогнівка самшитова (*Cydalima perspectalis*) вважається відносно новим видом-шкідником для території України. Перші екземпляри цих комах були виявлені у 2014 році у Закарпатській області. З того часу встановлено нові осередки існування шкідника, який стрімко поширився по території нашої держави.

**Актуальність дослідження.** Науковцями та натуралістами-аматорами виявлено екземпляри імаго та гусені у Чернівецькій, Тернопільській, Хмельницькій, Київській, Сумській, Харківській, Запорізькій, Одеській та інших областях. Про це свідчать наукові публікації [1-5] та чисельні дані з таких інтернет ресурсів, як iNaturalist та Ukrbin.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження полягає у виявленні екземплярів нового чужорідного виду комах - шкідників для території Центральної України.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання:

1. Обстеження протягом весняно-осіннього сезону 2024 року кущів самшиту вічнозеленого (*Vixus sempervirens*) в межах м. Кропивницький на наявність пошкоджень гусінню.

2. Відбір виявлених екземплярів гусені для визначення в лабораторних умовах з метою підтвердження приналежності до виду *C. perspectalis*

Об'єктом дослідження є комахи виду *Cydalima perspectalis* на різних стадіях свого розвитку.

**Виклад основного матеріалу.** Походить вогнівка самшитова зі Східної Азії. Дорослий метелик досить великого розміру - розмах крил до 45 мм. Крила широкі закруглені, складаються з безлічі поздовжніх вузьких сегментів на зразок віяла, світло-блакитні, з коричневою окантовкою по краю, низ обрамлений бахромою з коротких тонких волосків. У спокійному стані крила складені «будиночком» [фото 1].

Гусениці народжуються жовтувато-зеленого кольору. Довжина молодої личинки - 1-2 мм. Голова велика і чорна. У міру дорослішання колір личинки змінюється на більш темний, а з боків утворюються чорні і білі лінії. На кожному боці по 1-й товстій чорній лінії та по декілька тонких білих ліній. Також на тілі гусениці з'являються темні опуклі крапки. Розвиток личинок за чотири тижні досягає максимум 35 - 40 мм. За особливостями біології гусінь цього виду комах належить до стенофагів, що живляться переважно листям рослин роду самшит (*Vixus*). Найбільш поширеним в Україні представником з цього роду є самшит вічнозелений, тому саме він є кормовою базою для гусені вказаного виду вогнівки. Поїдаються в основному листя та молоді пагони. Іноді, за відсутності необхідної кормової бази, ці шкідники можуть житись іншими видами деревно-чагарникової рослинності. В умовах природних ареалів значної шкоди не завдають. В умовах нашої держави їх

шкодочинна діяльність призводить до значних пошкоджень кущів самшиту, який за особливостями своєї біології поновлюється досить тривалий час.



Фото 1. Імаго вогнівки самшитової (*Cydalima perspectalis*)

В Україні не має природних осередків зростання самшиту, а представники цього роду рослин найчастіше використовуються для озеленення і створення живоплотів в населених пунктах. З цим частково пов'язані основні осередки поширення шкідника. Найбільше випадків зустрічей трапляється у обласних центрах та містах, але розповсюдження цього виду, на нашу думку, значно ширше і їх наявність слід відстежувати, як і в сільській місцевості так і природних стаціях. Часте виявлення в містах слід пов'язувати з зосередженням значної кількості екземплярів самшиту, що часто використовується для озеленення. Крім того не виключається можливість завезення заражених шкідником екземплярів кущів цього виду рослин для реалізації з інших частин держави чи світу. Разом з тим імаго вогнівки має здатність до польоту і може самостійно поширюватися від місця виплоджування. В умовах клімату нашої країни ці комахи можуть давати декілька поколінь протягом одного весняно-осіннього сезону, що сприяє зростанню їх кількості.

У м. Кропивницький нами вперше виявлено один екземпляр імаго вогнівки самшитової у жовтні 2023. Вибіркове обстеження кущів самшиту в межах міста протягом весняно – осіннього сезону 2024 року виявило осередки існування цього виду комах. В наслідок їх активної діяльності гусені досліджуваного виду комах протягом теплої пори року було пошкоджено чимало кущів самшиту вічнозеленого, окремі екземпляри рослин засохли. Однією з можливих причин загибелі рослин може бути діяльність гусені комах – шкідника.

Окрім наших спостережень, наявність вогнівки у зазначеному обласному центрі вказує натураліст з ніком – [ladysunko](https://www.inaturalist.org/observations/179195591) на сайті iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/observations/179195591>). Нею було виявлене імаго у серпні 2023 року, що підтверджується відповідним фотоматеріалом.

**Висновки.** Виявлення вогнівки самшитової у м. Кропивницький дає можливість стверджувати про початкові стадії інвазії цього шкідника у місті. Варто звернути увагу на наявні екземпляри самшиту в межах обласного центру та прилеглих територіях і у разі виявлення гусені вчасно провести обробку інсектицидами уражених екземплярів кущів.

## Список літератури

1. Мерзлікін І. Знахідки інвазивних видів соснового насінневого клопа *Leptoglossus occidentalis*, самшитої вогнівки *Cydalima perspectalis*, іспанського слимака *Arion lusitanicus* та дрейсени поліморфи *Dreissena polymorpha* – на північному сході України (Сумська і Чернігівська області) // Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку та інших природоохоронних територій, всеукраїнська наукова конференція (2022, Львів). Львів: СПОЛОМ, 2022. с. 101-103.
2. Uzhevskaya, S.P., Korytnianska, V.G. New records of *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera, Crambidae) in the South of Ukraine. *Ukrainska entomofaunistyka*. 2018. №9(1), P. 5–7.
3. Shparyk, V. Yu., Zamoroka, A. M. A brief overview of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) distribution in Ukraine: evidence from professional and citizen science. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2019. № 46-47, с. 37–41. URL: <https://doi.org/10.24144/1998-6475.2019.46-47.37-41>
4. Бабицький, А. І., Геряк, Ю. М., Заморока, А. М., Кавурка, В. В., Корнєєв, В. О., Назаренко, В. Ю., Попов, Г. В., Прохоров, О. В., Пушкар, Т. І., Фурсов, В. М., Чернєй, Л. С. Матеріали до фауни інвазійних чужорідних комах (Insecta) України. *Ukrainska entomofaunistyka*. 2023. №14(3), с. 1–29. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10205826>
5. Знахідки чужорідних видів рослин та тварин в Україні. (Серія: «Conservation Biology in Ukraine». – Вип. 29). Київ; Чернівці : Друк Арт, 2023. 520 с.

УДК 027.7

**В. Барабаш, к.пед.н., доцент**

**Я. Чернявська, магістр гр. ІС-23М(1,4)**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОННИХ РЕСУРСІВ БІБЛІОТЕЧНИХ УСТАНОВ

У статті досліджено історію розвитку електронних ресурсів у бібліотеках. Визначено особливості основних етапів розвитку електронних ресурсів вітчизняних бібліотек; розглянуто особливості й види електронних ресурсів.

**електронні ресурси, бібліотека, мережа, база даних, розвиток, ресурс**

**Постановка проблеми.** У добу інформаційних технологій електронні ресурси стали основою діяльності бібліотек. Вивчення їхнього розвитку демонструє, як бібліотеки адаптувалися до цифрової епохи та які виклики вони долали у процесі трансформації. Електронні ресурси змінили традиційні функції бібліотек, перетворивши їх на модерні інформаційно-аналітичні центри. Історичний аналіз цих змін дозволяє оцінити їх вплив на сучасне інформаційне суспільство. Загалом вивчення історії дає можливість передбачити майбутні тенденції у розвитку електронних ресурсів. Тож, дослідження історії розвитку електронних ресурсів у бібліотеках є актуальним через потребу зрозуміти їхню роль у формуванні сучасної інформаційної інфраструктури та вдосконалити ефективні стратегії впровадження й підготувати основи для майбутніх інновацій у бібліотечній сфері.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Всебічний аналіз можливостей використання електронних ресурсів бібліотек на сучасному етапі здійснюють О. Онищенко, Л. Дубровіна, В. Горючий та ін. Дослідники акцентують на потужному впливові електронних ресурсів на розвиток інтелектуального та духовного потенціалу молоді.

Питання історичного розвитку та основні етапи становлення інноваційних технологій у вітчизняних бібліотеках досліджують А. Апшай, О. Кириленко, В. Ільганаєва, Л. Трачук, Д. Солов'яненко, Л. Філіпова та ін. Актуальним проблемами впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у вітчизняних та зарубіжних бібліотеках присвячено наукові публікації І. Бородай, Л. Татарчук, Т. Підгайної та інших. О. Воскобойнікова-Гузєва, О. Желай, С. Горова та інші дослідники детально вивчають питання цифрової модернізації нової бібліотеки сучасності.

**Мета дослідження.** Проаналізувати розвиток електронних ресурсів у вітчизняних бібліотеках.

**Завдання роботи:** проаналізувати історію та розвиток електронних ресурсів бібліотек. Визначити основні ознаки електронних ресурсів, схарактеризувати види електронних ресурсів.

**Об'єкт дослідження:** бібліотечні установи.

**Предмет дослідження:** розвиток електронних ресурсів бібліотек.

**Виклад основного матеріалу.** За нормативними визначеннями, бібліотека, або книгозбірня представляє собою культурно-освітній заклад, що здійснює збирання друкованих і рукописних матеріалів, проводить їхнє опрацювання та показ у каталогах, організовує відповідне їхнє зберігання, збереження й обслуговування ними читачів [7].

Тривалий час відбувається еволюціонування цифрової бібліотеки від перших електронних колекцій до потужних проєктів оцифрування документної пам'яті.

У науковій літературі електронними ресурсами (ЕР) називають інформаційні ресурси, керовані комп'ютером. До основних характеристик ЕР належать форма зберігання; доступність; мультимедійність; масштабованість; оперативність.

Історичний аналіз дозволяє зафіксувати ключові моменти еволюції електронних ресурсів, від їх впровадження до сучасного стану, що сприяє збереженню цінного досвіду для майбутніх поколінь. Всебічний аналіз основних етапів розвитку електронних ресурсів дозволяє бібліотекам та інформаційним системам адаптуватися до потреб сучасного суспільства, сприяючи відкритості знань, збереженню культурної спадщини та підвищенню якості освіти. Кожен етап є основою для подальшого вдосконалення інформаційного середовища, про що свідчить інформація Табл.1.

Таблиця 1.

### Історичні віхи розвитку електронних ресурсів

1. Ранній етапи з 1960 – 1970 роки	
<b>Поява комп'ютера</b>	З появою перших комп'ютерів бібліотеки почали експериментувати з автоматизації. У 1960 роках в США почали з'являтися перші системи автоматизації бібліотек.
<b>Бази даних</b>	Розробка перших інформаційних баз даних, які дозволяли зберігати та обробляти інформацію електронним способом.
2. Розвиток мережі з 1980 по 1990 роки	
<b>Поява Інтернету</b>	Інтернет став доступним для широкого загалу, що дало можливість бібліотекам розширити свої ресурси і можливість для доступу до інформації.
<b>Електронні каталоги</b>	Бібліотеки почали запроваджувати електронні каталоги що значно полегшило пошук книг і інших матеріалів.
3. Форматування ресурсів з 1990 по 2000 роки	
<b>Електронні книги та журнали</b>	Виникнення електронних видань змінило підходи до видавництва та розповсюдження інформації.
<b>Доступ до наукових баз даних</b>	Бібліотеки отримали доступ великої кількості наукових електронних ресурсів.
4. Веб 2.0 та соціальні медіа 2000 роки	
<b>Інтерактивні сервіси</b>	Бібліотеки почали використовувати соціальні мережі, блоги та інші веб-2.0 технології для залучення користувачів та зміцнення комунікації.
<b>Мобільний доступ</b>	З розвитком мобільних технологій бібліотеки стали впроваджувати мобільні додатки, які дозволяють користувачам отримувати доступ до ресурсів з будь-якого місця.
5. Сучасний етап з 2010 до сьогодні	
<b>Цифрові колекції</b>	Бібліотеки активно створюють цифрові архіви, рукописи та інших історичні документи.
<b>Відкритий доступ</b>	Поява концепції відкритого доступу сприяла зростанню доступності наукових досліджень та публікацій.
<b>Інтеграція з новими технологіями</b>	Використання штучного інтелекту, великих даних та алгоритмів машинного навчання для покращення пошуку та доступу до інформації

Як слушно зазначають сучасні дослідники бібліотечної інновації І. Бородай, Л. Татарчук, Т. Підгайна, «Бібліотека як інформаційна система пододала шлях від традиційної до автоматизованої, а згодом і до електронної бібліотеки з цифровим поданням

об'єктів збереження (документних ресурсів). Її інформаційно-пошукові засоби змінювалися від паперових каталогів і картотек до електронних, які формуються засобами автоматизованих бібліотечно-інформаційних систем (АБІС) і надають доступ до «зовнішніх», відносно до цих АБІС, об'єктів ресурсів у цифрових медіа форматах, до систем повнотекстового пошуку для текстових ресурсів» [1].

У контексті загального розвитку електронних ресурсів розглянемо особливості їх розвитку у бібліотечній сфері.

Ранній етап (до 1980 року) – початок автоматизації бібліотечних процесів з використанням мейнфреймів та перших комп'ютерних систем. Фокус на каталогізації та обліку. Обмежений доступ до електронних ресурсів для користувачів.

Розвиток мереж та Інтернету (1980-1990роках) – поява локальних та глобальних мереж, що дозволило обмін даними між бібліотеками. Початок розвитку електронних каталогів, доступних через термінали. З'являються перші електронні бази даних та онлайн-журнали.

Ера Інтернету та World Wide Web (1990–2000 роки) – широке розповсюдження інтернету та World Wide Web революціонує бібліотечну справу. З'являються веб-сайти бібліотеки, електронні каталоги стають доступними через веб-браузери. Різке зростання кількості електронних книг, журналів, баз даних та інших ресурсів. Початок використання цифрових сховищ.

Сучасний етап (з 2000-х – до сьогодні) – інтеграція електронних ресурсів у всі аспекти бібліотечної діяльності. Використання хмарних технологій, відкритих даних та великих даних. Розвиток електронного навчання та дистанційного доступу до ресурсів. Зростання важливості цифрової кратності та управління цифровими колекціями. Поява нових форматів електронних ресурсів електронні книги аудіо книги і так далі.

Майбутні тенденції – розвиток штучного інтелекту та удосконалення комп'ютерного навчання в бібліотеках. Ефективне й доцільне застосування віртуальної та доповненої реальності. Зростання персоналізації та адаптивного доступу до ресурсів. Посилання ролі бібліотек як центрів цифрової грамотності та інновації.

До електронних ресурсів сучасних бібліотек відносимо :

- Електронні каталоги, бази даних, що містять метаінформацію про бібліотечні ресурси, дають змогу шукати матеріали за автором, назвою, темою, ключовими словами чи іншими критеріями.

- Електронні бібліотеки, що представляють собою інформаційну систему, яка об'єднує впорядкований фонд цифрових ресурсів, каталог, а також апаратно-програмний комплекс, що забезпечує стабільну роботу пошукової системи. Вона дозволяє оперативно поповнювати колекцію, реєструвати матеріали, забезпечувати їх тривале зберігання та видавати доступ до розповсюдження. Такі бібліотеки містять колекції повнотекстових документів, зокрема книг, статей, тез, дисертацій.

Перша електронна бібліотека в Інтернеті була створена в 1971 році й отримала назву «Гутенбергт» на честь Йоганна Гутенберга, винахідника друкарського верстата. Сьогодні найбільшою електронною бібліотекою є Всесвітня цифрова бібліотека, урочисте відкриття якої відбулося 21 квітня 2009 року. Ініціатором цього масштабного проекту стала Бібліотека Конгресу США.

В епоху розвитку інформаційних технологій найвідомішими цифровими бібліотеками є Google Books, Europeana, Open library – Відкрита бібліотека класичної літератури, що включає понад мільйон матеріалів світовими мовами. World Digital Library (Світова цифрова бібліотека) є міжнародним цифровим ресурсом, створеним за підтримки ЮНЕСКО, Бібліотеки Конгресу США, Національної бібліотеки України імені Вернадського (Електронна бібліотека) та ін.

- Репозиторії – цифрові архіви, де зберігаються наукові праці, дисертації, звіти, дані досліджень, створені співробітниками або студентами.

- Бази даних – спеціалізовані платформи для пошуку та доступу до наукових статей, звітів та іншої необхідної користувачеві інформації.
- Електронні періодичні видання. Бібліотеки зберігають цифрові журнали, газети, бюлетені, доступні у форматі PDF, що дуже зручно для перегляду сучасних наукових і популярних публікацій.
- Мультимедійні ресурси, які включають аудіо- та відео документи.
- Довідково-інформаційні ресурси представляють Онлайн-енциклопедії, словники, довідники, буклети, путівники тощо.
- Віртуальні читальні зали, це платформи, які використовують користувачі, щоб отримати доступ до матеріалів, не відвідуючи книгозбірню.
- Інтегровані бібліотечні системи представляють програмне забезпечення для управління бібліотечними фондами, обліку користувачів і обслуговування (наприклад, Koha, Aleph).

Зазначені електронні ресурси мають значні переваги, до яких, в першу чергу, відносимо доступність, оперативність, економічність, зручність пошуку.

**Висновки.** Історія розвитку електронних ресурсів у бібліотеках демонструє постійну еволюцію та адаптацію до нових технологій. Бібліотеки успішно інтегрували електронні ресурси у свою діяльність, забезпечуючи користувачам доступ до широкого спектру інформації та навчальних матеріалів. Майбутнє бібліотек тісно пов'язане з подальшим розвитком та інтеграцією нових технологій, що дозволить їм залишитися актуальними та задовольняти потреби сучасного суспільства.

### Список літератури

1. Бородай І., Л. Татарчук, Т. Підгайна. Інформаційні технології в діяльності провідних бібліотек світу та їх використання за умов сучасних комунікацій. Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук. 2022. №9. С. 80–91.
2. Горова С. В. Особа в інформаційному суспільстві: виклики сьогодення. Наук. ред. О. С. Онищенко ; НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського. Київ, 2017. 467 с.
3. Горювий В. Бібліотечні орієнтири в глобальних інформаційних обмінах. Наукові праці Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського. 2020. Вип. 58. С.11–24. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nrbuimviv\\_2020\\_58\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nrbuimviv_2020_58_3).
4. Електронна бібліотека як середовище адаптивного агрегування інформації / Д. Ланде, О. Баркова // Бібл. вісн. 2013, №2. С. 12–17.
5. Желай О. П. Електронний сервіс сучасної бібліотеки: монографія. Желай Оксана; наук. ред. В. М. Горювий ; НАН України, Нац. б-ка України ім. В.І. Вернадського. Київ, 2021. 208 с.
6. Онищенко О. С. Бібліотека і «цифрове» покоління: нова ситуація, нові форми роботи. Бібл. вісн. 2016. № 5. С. 3–6.
7. Словник української мови: у 20 т. НАН України, Український мовно-інформаційний фонд. К. : Наукова думка, 2010–2022.

УДК 004

К.Батрак, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ СКЛАДНИХ ДВОМІРНИХ МАТРИЧНИХ ШТРИХ-КОДІВ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів. Предметом дослідження є методи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів. Методи дослідження базуються на методах обробки зображень, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів. 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 означає «Швидка відповідь». Хоча вони можуть виглядати просто, QR-коди здатні зберігати багато даних. Але незалежно від того, скільки вони містять, після сканування QR-код повинен дозволити користувачеві миттєво отримати доступ до інформації – тому він називається кодом швидкого реагування. QR-код – це тип штрих-коду, який легко зчитується цифровим пристроєм і який зберігає інформацію у вигляді серії пікселів у квадратній сітці. QR-коди часто використовуються для відстеження інформації про продукти в ланцюжку постачання, а оскільки багато смартфонів мають вбудовані зчитувачі QR-кодів, їх часто використовують у маркетингових і рекламних кампаніях. Зовсім недавно вони зіграли ключову роль у допомозі відстежувати зараження коронавірусом і уповільнювати поширення вірусу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів.

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

- Огляд існуючих систем генерації складних двомірних матричних штрих-кодів.
- Дослідження системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів.
- Програмна реалізація системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів.

*Об'єктом дослідження* є процес генерації складних двомірних матричних штрих-кодів.

*Предметом дослідження* є методи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів.

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

**Виклад основного матеріалу.** Незважаючи на бурхливий ріст ринку систем електронного документообігу в різних областях діяльності, включаючи й державне керування, кількість паперових документів і їхніх обсягів не тільки не зменшуються, але й



постійно збільшуються. Можна знайти безліч пояснень такому феномену, однак, основною причиною «живучості» паперового документа є його звичність, дешевина й зручність сприйняття. Інакше кажучи, паперовий документ для дуже багатьох є найбільш зрозумілим і «дружнім інтерфейсом взаємодії». До того ж, незважаючи на розвиток технологій електронно-цифрового підпису, паперовий документ як і раніше залишається юридичною основою будь-якої діяльності. Ще один немаловажний момент – це незалежність паперового документа від інформаційних систем їх програмного й технічного забезпечення, а також нехильність паперового документа зараженню комп'ютерними вірусами й проблемами, що впливають їх цього. Незважаючи на перераховані достоїнства паперового документа – він об'єктивно є бар'єром на шляху підвищення ефективності документообігу, що обумовлює, насамперед, високою складністю й затратністю процесу уведення змісту документа в інформаційну систему.

Донедавна поставлене завдання вирішувалося застосуванням технологій автоматичного оптичного розпізнавання тексту із графічних образів (Optical Character Recognition, OCR) і наступного автоматичного уведення розпізнаного змісту документа в інформаційну систему. Однак в основі технологій OCR лежать процеси розпізнавання, що носять імовірнісний характер, що не повною мірою задовольняють якості (вірогідності) і швидкості розпізнавання документа.

Більшість смартфонів мають вбудовані QR-сканери, які іноді вбудовані в камеру. QR-сканер – це просто спосіб сканування QR-кодів.

Деякі планшети, наприклад Apple iPad, мають QR-зчитувачі, вбудовані в їхні камери.

Оскільки люди не можуть читати QR-коди, зловмисникам легко змінити QR-код, щоб вказати на альтернативний ресурс, не будучи виявленими. Хоча багато людей знають, що QR-коди можуть відкривати URL-адресу, вони можуть бути менш обізнані про інші дії, які QR-коди можуть ініціювати на пристрої користувача. Окрім відкриття веб-сайту, ці дії можуть включати додавання контактів або створення електронних листів. Цей елемент несподіванки може зробити загрози безпеці QR-кодів особливо проблематичними.

Типова атака передбачає публічне розміщення зловмисних QR-кодів, іноді приховування законних QR-кодів. Нічого не підозрюючи користувачі, які сканують код, потрапляють на шкідливу веб-сторінку, на якій може бути розміщено набір експлойтів, що призведе до зламу пристрою або підробленої сторінки входу для викрадення облікових даних користувача. Деякі веб-сайти здійснюють швидкісне завантаження, тому просте відвідування сайту може ініціювати завантаження шкідливого програмного забезпечення.

Чи збирають QR-коди мою особисту інформацію та дані?

Програмне забезпечення для створення QR-кодів не збирає особисту інформацію.

Дані, які він збирає, і які бачать розробники коду, включають місцезнаходження, кількість і час сканування коду, а також операційну систему пристрою, який просканував код (наприклад, iPhone або Android).

Самі QR-коди не можна зламати – ризики безпеці, пов'язані з QR-кодами, походять від місця призначення QR-кодів, а не від самих кодів.

Хакери можуть створювати шкідливі QR-коди, які спрямовують користувачів на підроблені веб-сайти, які збирають їхні особисті дані, наприклад облікові дані для входу, або навіть відстежують їх геолокацію на їхньому телефоні.

Ось чому мобільні користувачі повинні сканувати лише коди, які надходять від надійного відправника.

Візерунки в QR-кодах представляють двійкові коди, які можна інтерпретувати, щоб розкрити дані коду.

QR-коди використовуються в багатьох контекстах, наприклад:

– QR-коди в продажах і маркетингу. Багато рекламодавців використовують QR-коди у своїх кампаніях, оскільки це забезпечує швидший та інтуїтивно зрозуміліший спосіб спрямовувати людей на веб-сайти, ніж введення URL-адрес вручну. Їх також можна використовувати для прямого посилання на сторінки продукту в Інтернеті. Наприклад, якщо

ви шукали саме ту сукню, яку одягла модель на плакаті, QR-код міг би напряму перевести вас на веб-сторінку, де її можна було придбати.

– QR-коди для відстеження коронавірусу. Пандемія коронавірусу посилила використання QR-кодів. Наприклад, у Великій Британії відвідувачам закладів гостинності, таких як бари та ресторани, пропонується сканувати QR-код після прибуття за допомогою програми відстеження Covid-19 NHS. Це допоможе відстежити та зупинити поширення вірусу. Якщо хтось виявляє позитивний результат тесту на Covid-19 у цьому закладі, інші відвідувачі цього місця сповіщаються за допомогою програми завдяки даним, зібраним зі сканованих QR-кодів.

– QR-коди на упаковці товару. Ви також можете знайти QR-коди на упаковках для деяких ваших улюблених продуктів. Ці QR-коди можуть розкривати інформацію про продукт, наприклад інформацію про харчову цінність або спеціальні пропозиції, якими ви можете скористатися під час наступної покупки.

– QR-коди в промисловості. Спочатку QR-коди були винайдені, щоб допомогти відстежувати деталі при виробництві транспортних засобів, і вони досі використовуються у всій промисловості. Ви також знайдете QR-коди, які використовуються іншими підприємствами, яким потрібно уважно стежити за продуктами та витратними матеріалами, як-от будівництво, машинобудування та роздрібна торгівля.

– QR-коди в поштових службах. Поштові служби в усьому світі також використовують їх. Оскільки вони можуть містити великий обсяг інформації, на них часто покладаються для відстеження посилок. Наприклад, світовий модний бренд ASOS повністю перейшов на QR-коди для відстеження повернення коштів.

– QR-коди в освіті. QR-коди також використовуються в школах і коледжах, щоб допомогти спілкуватися зі студентами. Вони з'являлися скрізь, від класу до бібліотеки, для таких завдань, як допомога учням у пошуку книжок, які вони шукають.

Невідомо, де і коли ви можете натрапити на шкідливий QR-код. Ось чому важливо використовувати QR-сканер, якому можна довіряти, а не завантажувати випадковий сканер із магазину додатків чи онлайн.

QR Scanner миттєво перевіряє безпечність сканованого посилання, перш ніж надіслати вам будь-яку інформацію.

Сканер забезпечує автентифікацію за QR-кодом і попереджає про потенційну небезпеку, що криється за QR-кодом, наприклад:

1. Фішингове шахрайство.
2. Примусове завантаження програми або шахрайство з платними текстовими повідомленнями.
3. Небезпечні посилання.

QR Scanner як і раніше надає все, що вам потрібно від QR-сканера, наприклад додавання контактів у ваш телефон. Він також створює журнал минулих сканувань, щоб у разі потреби ви могли відстежити, коли та де вас могли зламати.

### **Розробка структурної схеми**

На рисунку 1 зображено розроблену структурну схему системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів типу QR.

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.



Рисунок 1 – Структурна схема роботи системи

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.

Ось кілька креативних способів використання QR-кодів для окремих осіб і компаній.

#### 1. Автобусні зупинки та вокзали

QR-коди використовуються на автобусних зупинках і вокзалах у містах по всьому світу. У Лондоні, наприклад, Transport for London розмістив QR-коди на автобусних зупинках, щоб люди могли відсканувати код і отримати інформацію про автобусний маршрут і розклад.

QR-коди також використовуються на вокзалах Японії, щоб надати пасажиром інформацію про їхню подорож. Крім того, країна також використовує QR-коди для забезпечення доступу до квиткових воріт.

#### 2. Візитки

Ще один спосіб, у який компанії використовують QR-коди, – це вставляти їх у свої візитні картки. Це дозволяє людям сканувати код і миттєво додавати контактну інформацію власника бізнесу на свій телефон.

Так само QR-код на візитній картці може перевести людей на веб-сайт компанії або сторінку контактів. За допомогою таких візитних карток компанії можуть зробити свої картки простими, елегантними та інноваційними.

#### 3. Про упаковану їжу

Супермаркети можуть розмішувати QR-коди на упакованих продуктах харчування, що дозволяє клієнтам отримати більше інформації про інгредієнти та рецепти. Покупцеві достатньо піднести свій телефон до QR-коду на упаковці, і він перейде на веб-сайт або додаток із додатковою інформацією.

Це чудовий спосіб для компаній надати клієнтам більше прозорості щодо своїх продуктів харчування. Крім того, це корисний спосіб для покупців дізнатися більше про те, що вони купують і як цим користуватися.

Згідно зі звітом Statista, 57% покупців сканували продукти харчування, щоб отримати більше інформації про них.

#### 4. Опитування клієнтів

Отримання аналітичних даних про клієнтів є важливим для кожного бізнесу, оскільки це допомагає оцінити рівень задоволеності клієнтів і визначити сфери, які потрібно вдосконалити. Традиційно опитування клієнтів проводилися на паперових носіях і вимагали від клієнтів заповнити форму та опустити її в ящик або надіслати назад поштою.

З появою QR-кодів компанії тепер можуть створювати цифрові опитування клієнтів, які легко заповнювати та не вимагають паперу. Ви повинні розмістити QR-код на квитанції, яку ви надаєте клієнту після покупки.

Клієнт сканує цей код і потрапляє на сайт опитування. Потім вони можуть заповнити опитування онлайн.

#### 5. Купони

Компанії роками використовують QR-коди на купонах, щоб відстежувати ефективність своїх маркетингових кампаній. QR-коди полегшують клієнтам активацію купонів, а компаніям – відстеження коефіцієнтів використання купонів.

Щоб використовувати QR-коди для купонів, компаніям потрібно просто створити унікальний код для кожного купона та додати його до самого купону. Потім клієнт може відсканувати код за допомогою свого телефону, щоб скористатися знижкою.

#### 6. Збільште кількість завантажень програми

Малі підприємства можуть збільшити завантаження додатків за допомогою QR-кодів. Ви можете розмістити QR-код на своєму веб-сайті, у профілях у соціальних мережах або навіть на візитних картках, які посилаються на сторінку вашого додатка в магазині програм. Дослідження показують, що люди сканують QR-коди майже з усіх носіїв.

Коли хтось просканує код, він перейде безпосередньо на сторінку, де зможе завантажити вашу програму. Це швидкий і простий спосіб залучити людей до App Store замість того, щоб розраховувати на те, що вони самі пройдуть через проблеми.

#### 7. Безконтактне меню

Під час пандемії багато ресторанів перейшли на безконтактне меню, щоб зменшити поширення мікробів. Натомість клієнти можуть відсканувати QR-код своїм смартфоном, щоб переглянути меню.

Це чудовий спосіб для ресторанів оновлювати свої меню в режимі реального часу та уникати друку нових меню щоразу, коли відбуваються зміни.

Цікаво те, що експерти галузі не вважають це примхою. Натомість кажуть, що це буде довгострокова зміна. Крім того, звіт про готовність ресторанів показав, що 33% підприємств бачать позитивну відповідь, коли вони використовують QR-коди.

#### 8. Сканувати для оплати

Компанії можуть використовувати QR-коди, щоб дозволити клієнтам здійснювати безконтактні платежі. Клієнти можуть сканувати QR-код за допомогою свого смартфона, а потім використовувати свій мобільний гаманець для завершення платежу.

Це чудовий спосіб для підприємств зменшити ризик розповсюдження мікробів і зробити платіж зручнішим для клієнтів. Крім того, це може допомогти підприємствам відійти від традиційних методів і застосувати інноваційні підходи.

#### 9. Приєднайтеся до WiFi

Замість того, щоб вводити пароль, клієнти можуть відсканувати QR-код, щоб підключитися до мережі WiFi компанії. Це вигідно для компаній із великою кількістю відвідувачів, таких як кафе, готелі та роздрібні магазини.

Це чудовий спосіб зробити клієнтам зручнішим підключення до Інтернету, не вивчаючи пароль.

#### 10. Інформація про курс

Університети можуть друкувати QR-коди на інформаційних листках курсу, щоб студенти могли швидко та легко отримати доступ до опису курсу, попередніх вимог та іншої важливої інформації.

Це допоможе зменшити роботу та клопоти для адміністративного відділу, особливо під час прийому, коли потрібно багато документів.

Дослідження вже показують, що молоді люди сканують більше QR-кодів, ніж їхні старші колеги. Тому такі ініціативи принесуть величезну користь молодому поколінню.

#### 11. Подарунки

Як бренд, якщо ви хочете влаштувати роздачу, отримати QR-коди в суміші – чудова ідея. Ви можете використовувати QR-код, щоб направити учасників на цільову сторінку, де вони можуть ввести свою інформацію та отримати участь у виграші.

Це чудовий спосіб підвищити впізнаваність бренду та змусити людей говорити про ваш продукт чи послугу. Крім того, ви можете заохочувати людей ділитися QR-кодом зі своїми друзями для додаткових записів.

#### 12. Сорочки та ділові товари

Ви шукаєте інноваційний і дешевий спосіб рекламувати свою останню послугу, щоб збільшити кількість відвідувачів на вашому веб-сайті? Ви можете використовувати QR-коди. 45% покупців кажуть, що сканували маркетинговий код у США.

Додайте на свою футболку QR-код із посиланням на ваш веб-сайт, спеціальну пропозицію чи сторінку продукту та спостерігайте за збільшенням відвідувань. Наприклад, якщо ви проводите подію чи урочисте відкриття, ви можете додати QR-код до ваші футболки з посиланнями на інформацію про подію або реєстрацію.

QR-коди також є чудовим способом просування вашого бізнесу, якщо ви безкоштовно роздаєте ручки, блокноти чи пляшки з водою. Додайте логотип вашої компанії та URL-адресу веб-сайту до елемента за допомогою QR-коду.

Переконайтеся, що QR-код спрямовує людей на вашу найважливішу цільову сторінку, щоб ви могли перетворити їх на платних клієнтів. Ви можете визначити важливість QR-кодів за тим фактом, що 59% покупців кажуть, що QR-коди будуть невід'ємною частиною їхнього шопінгу.

#### 13. Рекламні щити

Якщо у вас є рекламний щит, не просто розміщуйте на ньому URL-адресу свого сайту. Натомість використовуйте QR-код, який спрямовує людей на ваш веб-сайт або цільову сторінку.

Це особливо ефективно, якщо ви проводите розпродаж або акцію. Наприклад, ви можете розмістити QR-код на своєму білборді, який спрямовуватиме людей на цільову сторінку, де вони зможуть отримати більше інформації або скористатися спеціальною пропозицією.

Це чудовий спосіб збільшити відвідуваність вашого сайту та залучити потенційних клієнтів. Фактично кількість QR-конверсій і взаємодій значно зросла за останні кілька років, як показано на цій інфографіці.

#### 14. Подієвий маркетинг

QR-коди – це чудовий спосіб рекламувати свої події. Ви можете використовувати їх для просування своєї події в соціальних мережах, через маркетингові кампанії електронною поштою та на своєму веб-сайті.

Коли хтось сканує QR-код, він спрямовує його на сторінку реєстрації, де можна отримати інформацію про подію або зареєструватися на неї. Це неймовірний спосіб збільшити відвідуваність і полегшити людям реєстрацію на ваші заходи.

#### 15. Створіть список передплатників електронної пошти

Компанії також можуть використовувати QR-коди для створення списку підписників електронної пошти. Ви можете додати QR-код на свій веб-сайт, профілі в соціальних мережах або навіть фізичні маркетингові матеріали, як-от візитні картки чи листівки. Коли

люди сканують QR-код, вони переходять на цільову сторінку, де вони можуть ввести свою електронну адресу, щоб зареєструватися у вашому списку розсилки.

Таким чином ви можете дозволити клієнтам приходити до вас, а не відстежувати їх і запитувати їх контактну інформацію. Ви можете використовувати це на YouTube під час створення аудиторії. Додайте QR-код у свій відеоблог, який веде до провідного магніту, щоб спрямувати ваших глядачів до більшого способу взаємодії з вашим брендом.

#### 16. Дозволи на будівництво

Чи знаєте ви, що Нью-Йорк використовує QR-коди для дозволів на будівництво? Інші міста також починають це робити.

QR-код є посиланням на веб-сайт, де громадяни можуть дізнатися більше про проект будівництва, наприклад, графік, очікуваний рівень шуму та контактну інформацію керівника проекту.

Це інноваційний спосіб для міст забезпечити більшу прозорість і інформувати мешканців про те, що відбувається

#### 17. Резюме та CV

Окремі особи також можуть розміщувати QR-коди у своїх резюме та CV. Коли потенційні роботодавці сканують QR-код, їх можна перевести на веб-сайт, де вони зможуть дізнатися більше про кваліфікацію та досвід людини.

Це чудовий спосіб виділитися серед конкурентів і допомогти роботодавцям дізнатися про вас більше. Наприклад, якщо ви графічний дизайнер, ви можете додати QR-код до свого резюме, який переведе роботодавця на ваш профіль або веб-сайт Behance.

#### Поради щодо використання QR-кодів

Незалежно від того, чи використовуєте ви QR-коди для бізнесу чи для особистих цілей, ви можете зробити кілька речей, щоб переконатися, що ваш досвід буде позитивним. Ось кілька порад:

- Виберіть генератор QR-кодів, який має репутацію та хороші відгуки.
- Переконайтеся, що QR-код видимий і його можна легко відсканувати. Якщо він занадто маленький або розмитий, він не працюватиме.
- Перевірте QR-код, щоб переконатися, що він працює, перш ніж використовувати його.
- Обов'язково додайте заклик до дії разом із своїм QR-кодом. Скажіть людям, що їм потрібно зробити після сканування.
- Переконайтеся, що вміст, на який ви посилаетесь, зручний для мобільних пристроїв. Якщо це не так, люди не зможуть належним чином переглядати його на своїх телефонах. У результаті це зруйнує всю мету використання QR-коду.

Підводячи підсумок, ви можете використовувати QR-коди для багатьох цілей, включаючи контент-маркетинг, обмін контактною інформацією та посилання на веб-сайти. QR-коди – це чудовий спосіб поділитися інформацією чи просувати свій бізнес.

Просто не забудьте скористатись надійним генератором QR-кодів і перевірте свій код перед його використанням. І не забудьте включити заклик до дії. Найважливіше те, що ви можете придумати власні інноваційні способи використання QR-кодів

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів генерації складних двомірних матричних штрих-кодів. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем генерації складних двомірних матричних штрих-кодів; Досліджена система генерації складних двомірних матричних штрих-кодів; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання генерації складних двомірних матричних штрих-кодів. 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., 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., 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., 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.

УДК 004

М.Белоглазов, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖ ПОБУДОВАНИХ НА ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗДРОТОВОЇ NGN

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

**Постановка проблеми.** При всій ефективності й швидкодії бездротових технологій вони не можуть обійтися без провідної мережі NGN. Якщо при її побудові будуть допущені прорахунки, то стрімке зростання трафіку Wi-Fi може привести до виникнення вузьких місць у кабельній системі. Поява нових стандартів на бездротові мережі NGN привносить додаткові складності.

Донедавна Wi-Fi у корпоративних будинках уважався додатковим преміальним сервісом – він пропонувався відвідувачам і іноді використовувався співробітниками. Однак сьогодні наявність бездротової мережі NGN стало обов'язковою вимогою, запропованою до офісних комплексів, аеропортів, торгових центрів, спортивних арен і інших місць масового скупчення людей.

Співробітники компаній, клієнти й орендарі хочуть мати доступ до необхідних даних і послуг незалежно від того, де вони перебувають і який тип мобільного пристрою використовують. Зростаюча залежність від бездротового зв'язку привела до швидкого поширення підходу «Принеси свій власний пристрій» (Bring Your Own Device, BYOD). У міру того як бездротові пристрої й додатки стали оперувати все більшими обсягами даних і мати потребу у все більшій пропускній здатності й більше швидкому відгуку, у багатьох мережах стали виникати проблеми із продуктивністю.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN.

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

– Огляд існуючих систем проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN.



– Дослідження системи проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN.

– Програмна реалізація системи проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN.

*Об'єктом дослідження є процес проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN.*

*Предметом дослідження є методи проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN.*

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

**Виклад основного матеріалу. Стандарти на підключення бездротових точок доступу.** Розвиток технологій бездротового зв'язку стало спонукальним фактором для повторного аналізу, а в деяких випадках і для перегляду існуючих стандартів, що визначають топологію й інші аспекти кабельних систем, використовуваних для підключення точок доступу. Розглянемо деякі із цих стандартів.

Багато стандартів, що стосуються бездротових мереж, концентруються на питаннях підключення точок доступу до загальної мережі NGN об'єкта. Сутожніше всього вибрати розмір стільники таким чином, щоб побудована мережа WLAN забезпечувала ефективну підтримку додатків IEEE 802.11n і 802.11ac, а кабельна розподільна мережа гарантувала достатню продуктивність сьогодні й у майбутньому.

В 2004 році міжнародні організації ISO і IEC представили технічний звіт TR-24704, що сфальцьований на питаннях «універсальної кабельної інфраструктури для підключення бездротових точок доступу усередині приміщення». Складений у період становлення корпоративних систем Wi-Fi, він містить чудове передбачення росту можливостей сучасних бездротових технологій.

Установлюючи стандарти кабельної інфраструктури для бездротового доступу, звіт TR-24704 пропонує оптимальну схему розміщення точок бездротового доступу. Як модель мережі NGN пропонується масив із прилягаючий друг до друга шестикутних стільників (осередків). Крім цього, передбачається використання всіспрямованих антен, із круговим випромінюванням у кожній соті. При правильній розстановці досягається мінімальне й одночасно оптимальне покриття сусідніх стільників.

Для досягнення більше високої ємності зона покриття кожного стільника обмежений радіусом 12 м. TR-24704 рекомендує розміщати телекомунікаційні розетки якнайближче до центра стільники. Це забезпечує максимальну гнучкість при установці окремих точок доступу й найкраще покриття.

Незабаром після появи документа TR-24704, Асоціація TIA представила свої рекомендації з реалізації кабельної інфраструктури для підключення бездротових точок доступу. Документ TIA TSB-162 припускає створення сітки із квадратних осередків зі стороною 18 м. Такий підхід більше відповідає типовому плануванню в Північній Америці, він спрощує проектування й інсталяцію. Точки доступу розміщуються при можливій довжині шнура підключення до 13 м. Передбачаючи прийняття стандарту IEEE 802.11ac, укладачі нової редакції цього документа рекомендували використовувати кабельну проводку Категорії 6A, щоб забезпечити достатню пропускну здатність і підтримку систем Power-over-Ethernet (PoE) зі збільшеною потужністю.

До кінця 2012 року Асоціація TIA прийняла ще один стандарт розраховуючи на високу щільність розміщення точок доступу. Документ TIA-4966 призначений для забезпечення бездротового покриття в освітніх установах, але викладені в ньому рекомендації корисні для будь-яких великих приміщень або будинків з високою концентрацією бездротових клієнтів.

При оснащенні великих відкритих приміщень рекомендується при виборі щільності розміщення точок доступу враховувати передбачуване число користувачів. Плануючи покриття для приміщень із декількома секціонованими зонами, необхідно виходити з їхньої

площі. У типовому офісному будинку рекомендується одна точка доступу на кожні 230 м<sup>2</sup>. На менш «дружніх» для радіосигналу об'єктах, наприклад у гуртожитках, пропонується встановлювати по одній точці доступу на кожні 150 м<sup>2</sup>.

### **Планування бездротової мережі NGN доступу**

Незважаючи на різницю в рекомендаціях, які пропонуються в зазначені вище стандартах, кожний з них може допомогти ІТ-фахівцям у проектуванні ефективної WLAN з високою ємністю. Але, звичайно, для цього потрібно й більше глибоке розуміння специфіки даного процесу.

Щоб повною мірою використовувати переваги таких технологій, як 802.11ac, необхідно враховувати електромагнітну обстановку на об'єкті, рівень перешкод і їхніх джерел, майбутню потребу в ємності мережі NGN, вимоги до кабельної проводки й забезпечення електроживлення. У рамках цієї статті ми не зможемо дати вичерпний аналіз розглянутої тут теми, але постараємося представити основні рекомендації з побудови кабельної інфраструктури й викласти загальні ідеї планування й реалізації ефективної мережі NGN точок доступу.

В ідеалі розробка кабельної мережі NGN і аналіз радіопокриття повинні здійснюватися в комплексі – це дозволить забезпечити максимальну ємність і гнучкість для задоволення поточних і майбутніх потреб кінцевих користувачів. На практиці структури, описані в документах TIA TSB-162-а й ISO/IEC TR 24704, мають явні переваги, особливо для застосування в нових будинках.

У новому будинку кабельна сітка (pre-cabled grid) для підключення точок доступу й структурована кабельна система для ІТ- і іншого встаткування можуть розроблятися й інстальоватися в те саме час. Після того як кабельна сітка змонтована, бездротова інфраструктура на об'єкті може бути встановлена в будь-який час, причому незручності для співробітників будуть мінімальними. При визначенні місця для установки точок доступу рекомендується проводити радіочастотне обстеження, що дозволить оптимізувати розташування ТД у кожній конкретній соті (осередку).

### **Радіочастотне планування**

Для нових інсталяцій більшість виробників устаткування WLAN рекомендують проводити радіочастотне обстеження об'єкта. В умовах, коли запити до ємності мінімальні й немає яких-небудь спеціальних вимог, досить лише оцінити умови поширення радіохвиль. В інших випадках може знадобитися більше ретельний аналіз, у тому числі питань, пов'язаних з перешкодами, продуктивністю й безпекою. Оскільки новий стандарт 802.11ac припускає істотне збільшення числа одиниць мережного встаткування й обсягу трафіку, виконання ретельного аналізу об'єкта стає дуже важливим – необхідно переконатися в тому, що мережа буде повністю відповідати як поточним, так і майбутнім вимогам до бездротового зв'язку.

Використовуючи подібний інструментарій, наприклад Wi-Fi-аналізатор AirMagnet компанії Fluke Networks, можна змоделювати характеристики бездротової мережі NGN на конкретному об'єкті, оптимізувавши розміщення точок доступу. Ця програма дозволяє ввести план об'єкта, указати місця установки точок доступу й побачити картину радіопокриття в порівнянні з реальною. Крім того, вона забезпечує генерацію звітів і може бути інтегрована із засобами керування WLAN, що робить її використання ідеальним інструментом для проектування бездротової мережі NGN.

Ослаблення сигналу може бути пов'язане з рядом факторів, включаючи наявність поглинаючих матеріалів, таких як шафи й устаткування, або структурних перешкод – бетонних стін або сталевих перебирань. Це пояснює різке падіння потужності сигналу на стороні об'єкта, протилежної тій, де встановлена точка доступу.

Гарне покриття забезпечене практично скрізь, де раніше (при наявності тільки однієї точки доступу) сигнал була слабкий. Таке розташування типово для рішень 802.11n, коли точки доступу використовують канали, що не перекриваються. Забезпечуючи непогане радіопокриття, така конфігурація має обмежені можливості для більше інтенсивного використання Wi-Fi.

Перший крок у плануванні високопродуктивної мережі NGN – поділ об'єкта на сітку осередків (стілників) відповідно до рекомендацій TIA TSB-162-а або ISO / IEC TR 24704. Цю сітку можна пристосувати й для задоволення потреби в кабельній проводці з боку інших систем будинку. Такий інтегрований «відкритий» підхід (з певною волею вибору місця розміщення телекомунікаційних розеток) до реалізації СКС має як короткострокові, так і довгострокові переваги. При використанні сітки із квадратними осередками (згідно TSB-162-А) положення й щільність точок доступу можна міняти відповідно до заповнюваності конкретної області. Наприклад, у зоні з переговорними кімнатами буде потрібно кілька точок доступу, а в лабораторії можна обійтися їхнім мінімальним числом.

Зверніть увагу на те, що фактичне розміщення точок доступу ґрунтується на поточному використанні простору, тоді як грамотно спроектована кабельна проводка повинна забезпечити можливість майбутніх змін. По завершенні формування сітки осередків варто вибрати кабельну проводку, здатну підтримати майбутні потреби.

Попереднє планування всієї проводки може значно спростити інсталяцію, а також наступну модернізацію, технічне обслуговування й ремонт мережі NGN.

#### **Розміщення й підключення точок доступу**

Крім моделювання радіочастотного середовища й планування ємності, при проектуванні розміщення й підключення точок доступу необхідно продумати фізичну доступність, організацію розподільної мережі NGN і електроживлення, а також загальну естетику інсталяції.

Фізична доступність. Грамотний вибір місця установки допоможе заощадити на обслуговуванні й модернізації й у цілому знизити експлуатаційні витрати. Дуже часто доступ до встаткування бездротового зв'язку ускладнений. Нерідко ТД розміщують над фальшпотолком або в закритих шафах, що вимагає прокладки кабелів у подпотолочному просторі. Але монтаж на стіну або на стелю все-таки переважніше. Це дозволяє завжди бачити індикатори стану ТД.

Треба ретельно підійти й до вибору місця розміщення телекомунікаційної розетки. Гарна доступність розетки, її розташування поруч із точкою доступу дозволять легко провести тестування лінії зв'язку й швидко відключити точку доступу для обслуговування або ремонту.

Розподільна мережа. У мережі NGN традиційної топології телекомунікаційна розетка, використовувана для підключення ТД, прямо зв'язана горизонтальним кабелем з комутаційною панеллю, що перебуває в телекомунікаційній кімнаті на тому же поверсі. Альтернативний варіант – зонна архітектура, що може забезпечити легку установку, високу гнучкість і потенційно більше низькі експлуатаційні витрати.

У зонній моделі кабелі прокладаються від апаратної кімнати до конкретних виділених зон у будинку. Фіксована проводка закінчується на рівні точки консолідації (Consolidation Point, CP), звідки кабелями здійснюється підключення телекомунікаційних розеток для ТД. Такий підхід забезпечує максимальну гнучкість при розміщенні першої розетки в кожному осередку, залишаючи необхідні ресурси для підключення додаткових розеток. Це може бути надзвичайно корисно в ході модернізації існуючих мереж: при грамотно обраному місці установки точки консолідації довгі джгути кабелів, що йдуть із телекомунікаційної кімнати, можуть бути зафіксовані в кабельних важкодоступних каналах. При наявності фіксованої проводки інсталятори одержать «волю маневру» при прокладці подовжувальних кабелів для підключення до точки консолідації телекомунікаційних розеток, які можуть використовуватися для обслуговування ТД або іншого встаткування інтелектуального будинку.

Електроживлення. Якщо точки доступу будуть підключатися до звичайної електромережі NGN, необхідно погодити всі дії зі службою головного енергетика, що у випадку високоплотних інсталяцій з використанням племунного простору зробити досить складно. Із цієї причини більшість точок доступу сконструйовано для одержання електрики по слабкострумової СКС – за технологією PoE. Для забезпечення надійної роботи

встаткування (особливо тих точок доступу, які встановлюються в закритих місцях або будуть експлуатуватися в складних кліматичних умовах) рекомендується перевірити канал PoE.

Вимоги до живлення нових точок доступу стандарту 802.11ac можуть виявитися більше твердими. Проектувальникам варто розглянути можливість прокладки щонайменше двох кабелів Категорії 6А до кожної точки доступу. Крім резервування каналу зв'язку, це допоможе організувати резервне живлення, і точка доступу зможе функціонувати навіть у випадку виходу з ладу одного з комутаторів або інжекторів PoE, до яких вона підключена.

Естетичні міркування. Бажано зробити все так, щоб кабельна проводка для точок доступу, включаючи телекомунікаційні розетки й шнури підключення, була схована або хоча б не впадала в око. Для цього намагаються задіяти елементи структури будинку, але коли неприпустимо торкатися унікальної архітектури й/або дизайн інтер'єра, доводиться шукати вихід з положення. У кожному конкретному випадку деталі розміщення елементів інфраструктури повинні обговорюватися із клієнтами.

### **Вибір типу кабельної проводки**

З погляду топології кабельні канали для підключення точок доступу відносяться до горизонтальної підсистеми – як і звичайна офісна проводка, прокладена від телекомунікаційної кімнати до телекомунікаційних розеток. У більшості сучасних інсталяцій усередині приміщень використовується витопарна проводка Категорії 6. Ця категорія забезпечує необхідну пропускну здатність для розподільної мережі NGN і може підтримувати PoE Plus (IEEE 802.3at) – оновлений стандарт для систем PoE з максимальною потужністю живлення до 25,5 Вт. Для підключення нових, більше швидкісних рішень 802.11ac варто віддавати перевагу Категорії 6А.

Більшість точок доступу оснащені портами Ethernet RJ-45, сумісними з витопарним кабелем. Проте деякі пристрої мають порти для багатомодового оптичного волокна із з'єднувачами LC. Як правило, вони використовуються в точках доступу, призначених для установки поза приміщеннями або коли довжина кабелів повинна перевищувати 100 м. У цьому випадку для забезпечення достатньої пропускну здатності до кожної ТД необхідно прокласти щонайменше дві пари волокон OM3 або більше високі класи. При підключенні по волокну для точок доступу прийде організувати локальне електроживлення.

### **Інсталяція в нових будинках і модернізація існуючих проектів**

Очевидно, що при розгортанні бездротової мережі NGN у новому будинку, де ще не встановлені внутрішні перегородки, є набагато більше можливостей, ніж при модернізації старих проектів. У цьому випадку має сенс зосередитися на оптимізації покриття й забезпеченні більшої гнучкості для майбутнього росту й різних перетворень. Бажано керуватися схемою сітки осередків і рекомендаціями з розміщення точок доступу, викладеними в TIA TSB-162-а й ISO/IEC TR 24704. У проекті може передбачатися зонна архітектура або прокладка кабелю в центр кожного осередку, але треба мати на увазі, що зонна схема забезпечує максимальну гнучкість для наступних модернізацій і оптимізацію витрат на внесення змін. Якщо перегородки й меблі вже встановлені, проектувальникам варто провести радіочастотне обстеження для визначення оптимального місця розміщення кожної точки доступу.

При інсталяції мережі NGN у вже експлуатованому будинку потрібні ретельна оцінка об'єкта й індивідуальний підхід до підключення точок доступу. Планування повинне ґрунтуватися на докладній інформації про радіочастотну обстановку й особливості прокладки кабелів у вже використовуваних приміщеннях. Таким чином, настійно рекомендуємо IT-фахівцям заздалегідь виконати радіочастотний аналіз із обліком планованої пропускну здатності. Особливу увагу необхідно звернути на ті області, де потрібне спеціальне покриття або передбачається ріст ємності.

Після завершення аналізу починається розробка кабельної стратегії для розміщення телекомунікаційних розеток і точок доступу. При цьому треба передбачити й урахувати наступне:

- доступ до стельового простору для організації кабельних каналів від телекомунікаційних розеток до кожної точки доступу;
- наявність і близькість розподільних кабельних каналів для запланованих підключень точок доступу;
- архітектурні й естетичне рішення для маскуванню точок доступу й кабельної інфраструктури;
- особливості радіочастотного покриття.

Рекомендована в ТІА TSB-162-а або TR 24704 схема осередків є кращою, але не завжди реалізованою, особливо в модернізуємих середовищах. Якщо наявні розподільні кабельні канали заповнені або не підтримують цю схему, буде потрібно прокладку додаткових каналів. У цьому випадку з метою досягнення найкращого покриття й підтримки майбутнього росту варто вибрати зонну архітектуру.

### **Рекомендації**

ІТ-фахівцям доводиться виконувати свою роботу в умовах підривного росту числа бездротових пристроїв, що серйозно міняє вимоги до провідних і бездротових мереж. Упоратися із цим ростом допоможе підтримка більше високої швидкості бездротового доступу. Новий стандарт IEEE 802.11ac надає гігабітну швидкість бездротовим клієнтам і вимагає мультигігабітних швидкостей для каналів підключення точок доступу до комутатора доступу або контролера.

Сучасні бездротові точки доступу мають розширені можливості, але й висувають підвищені вимоги до електроживлення. Із прийняттям нового стандарту IEEE 802.3 на технологію PoE до прикінцевих пристроїв по СКС можна буде підводити до 60 Вт. Щоб бути готовим до цих нововведень, фахівці CommScore рекомендують наступне:

- прокласти щонайменше два кабелі Категорії 6А до кожної точки доступу, переважно з використанням зонної архітектури;
- прокласти щонайменше чотири кабелі Категорії 6А розраховуючи на ТД до кожної зонної коробки, щоб забезпечити додаткову ємність для кожної точки доступу або можливість установки додаткових точок доступу із внесенням мінімальних змін у конфігурацію мережі NGN;
- при плануванні прокладки кабелів використовувати описану вище схему осередків, що дозволить легко підключати точки доступу, маючи волю маневру у виборі місця її установки;
- передбачити прокладку багатомодового волокна, коли необхідно забезпечити швидкість вище 10 Гбіт/с або установка здійснюється поза приміщеннями при довжині каналу понад 100 м;
- змішане використання старих і нових бездротових точок доступу обмежити перехідним етапом, оскільки застарілі версії можуть знизити продуктивність мережі NGN;
- провести дослідження об'єкта й оцінку потенційної продуктивності з урахуванням функціональності точок доступу й клієнтів для оптимізації розміщення (і програмування) цих точок і, відповідно, прокладки кабелів.

З моменту появи в 1997 році першого стандарту 802.11 на WLAN ця технологія стрімко розвивалася. Усього за 16 років пікові швидкості передачі даних збільшилися з 2 Мбіт/с до 6,9 Гбіт/с (у стандарті IEEE 802.11ac). За увесь час було розроблено п'ять версій первісного стандарту, а середній проміжок часу між їхнім прийняттям склав усього 42 місяця. І немає ніяких підстав думати, що тенденція збільшення швидкості і ємності WLAN сповільниться після недавнього прийняття IEEE 802.11ac.

Важливо не тільки гарантувати здатність обраних мережних компонентів підтримувати поточні потреби компанії в бездротовому зв'язку – необхідний потенціал для подальшої модернізації в найближчому майбутньому. Серед різних компонентів бездротової мережі NGN кабельна інфраструктура являє собою найбільш складний об'єкт для модернізації.

Щоб не було потрібно міняти кабельну інфраструктуру щораз, коли буде обновлятися бездротова технологія, варто вибрати кабельну систему з довгостроковою – переважно на 20 років – гарантією підтримки додатків, що дозволить бути впевненим у тому, що проводка забезпечить належну підтримку додатків, специфікованих відомими організаціями по стандартизації, протягом багатьох років.

#### **Розробка структурної схеми**

Очікується, що мережа NGN надаватиме кінцевим користувачам усі види послуг. Це початок повсюдного обчислення. Версія NGN-1 визначає параметри безпеки для вирішення проблем безпеки у відкритій мережі на основі IP. Управління NGN забезпечує функцію контролю між послугами NGN та мережевою інфраструктурою. Характеристики мережі NGN: наведені нижче.

- Мережа на основі IP.
- Інфраструктура доступу до кількох послуг.
- Єдина сервісна інфраструктура.
- Конвергенція послуг між стаціонарними та мобільними пристроями.
- Незалежна інфраструктура надання послуг.
- Відкрита архітектура [2].

Покриття NGN доступне як для фіксованих (PSTN і PSDN), так і для каналів мобільного зв'язку шляхом визначення кількох параметрів. Це пов'язано з потужним контролем транспорту NGN, який підтримує середовище в режимі реального часу та поза ним. Ці можливості дозволяють додатково обробляти кілька служб від тестового середовища до мультимедійного середовища. NGN забезпечує QoS, визначений рекомендаціями ITU-T RACF.

NGN забезпечує відкриту архітектуру, визначаючи межу між вертикальним і горизонтальним підходами. Його архітектура базується на двох рівнях:

- Послуги NGN
- Транспорт NGN

Послуга NGN – це інтерфейс для багатьох програм, таких як голосові дані та відео. Усі типи мережевих послуг розгорнуті на транспортному рівні NGN, такі як послуги, орієнтовані на підключення, і послуги без підключення.

NGN – це мережа на основі IP або упакованої мережі з багатьма характеристиками мережі, а також характеристиками послуг, які створили більше можливостей для постачальників послуг Інтернету та операторів мереж. NGN забезпечує відкриту архітектуру, відокремлюючи програми (голос, відео, дані та послуги на основі sip) від технологій транспортного рівня, як показано на малюнку 3. Ця архітектура забезпечує поділ між рівнем доступу та рівнем обслуговування. Відповідно до рекомендацій ITU-T, архітектура NGN була розроблена для таких характеристик:

- Підтримка кількох технологій.
- Пакетна мережа забезпечує розподілене керування.
- Надання послуг не залежить від транспорту NGN.
- Гнучкість дозволяє інтегрувати кілька служб, таких як мультимедійні послуги.
- NGN release-1 забезпечує функції безпеки для відкритих пакетних мереж на основі IP.

IP.

Відокремлення послуг NGN від транспорту NGN є найбільшим досягненням мережі NGN. До інфраструктури NGN усі послуги були пов'язані з транспортним рівнем. Таким чином, вони створювали кілька структур передачі для багатьох послуг.

ITU-T представив два варіанти NGN:

- IMS NGN.
- NGN на основі сервера викликів.

Обидва розроблено відповідно до базової архітектури NGN, але з різними підходами. IMS NGN зосереджується на мобільних додатках і фокусується на сервері викликів на фіксованому зв'язку [5].

**IP-мультимедійна підсистема**

IMS був представлений проектом партнерства 3-го покоління (3GPP) як перший варіант у NGN. Було представлено протокол ініціації сеансу, щоб прийняти послуги на основі сеансу. SIP підтримує реєстрацію користувача, автентифікацію та інші заходи безпеки. Служби мультимедійних сеансів і послуги ISDN також підтримуються IMS. NGN IMS забезпечує:

- Авторизація, реєстрація та безпека з'єднання IP.
- Одноядерна інфраструктура для підтримки кількох компонентів керування.
- Підтримка застарілої мережі (взаємозв'язок і взаємодію).
- Відокремлення сеансового та транспортного рівнів.
- Мережа незалежного доступу [6].

**NGN на основі сервера виклику (CSBN NGN)**

CSBN NGN зосереджена на фіксації послуг зв'язку PSTN/ISDN. Для управління ресурсами введено CSCS (сервер керування сеансом виклику). Клієнти CSBN NGN можуть використовувати існуючі термінали, не знаючи про зміни в базовій мережі. CSBN NGN має такі характеристики:

- Підтримує PSTN/ISDN.
- Підтримує IN.
- CSCS відповідає за надання послуг.

У NGN телекомунікаційні послуги надаються мережею, яка базується на пакетній мережі. Крім того, NGN дозволяє використовувати кілька широкосмугових мереж, це дозволяє користувачам отримувати доступ до мереж і давати виклики постачальникам послуг для надання найкращих послуг. Це забезпечує мобільність, завдяки якій надаються надійні та повсюдні послуги.

Постачальники послуг поступово переводять свої мережі на дизайн на основі IP, тоді як глобальний обсяг IP-трафіку стрімко зростає. Клієнти та підприємства використовують мобільні вузли як пристрій ІКТ, а не просто голосовий пристрій. Тому NGN досліджується як заміна застарілої інфраструктури застарілих мереж. Що забезпечує підключення до мобільних вузлів для надання послуг відповідно до очікувань користувачів [7].

**Протоколи NGN**

Для бездоганних мультимедійних послуг у NGN важливо зменшити затримку сигналізації передачі на каналному та мережевому рівнях. Крім того, процедури передачі повинні бути захищені від потенційних небезпек, таких як несанкціонований доступ до мережі, незахищені оновлення прив'язки тощо. З цієї причини процедури автентифікації швидкої передачі повинні виконуватися між мобільними вузлами. Це забезпечує бездоганне з'єднання з кінцевими вузлами. Якість обслуговування (QoS) без шкоди для аспектів безпеки. Ця архітектура розроблена з Інтернет-протоколами IPv4/IPv6, інтегрованими з MPLS, щоб пропонувати послуги різним постачальникам послуг, що працюють у різних мережах та клієнтах. Ядро мережі виконує маршрутизацію та передачу пакетів через різні компоненти, присутні в цій архітектурі. Він приймає технологію комутації пакетів і використовує схему транспортування оптичних волокон для забезпечення інтеграції між етапами даних, завдяки чому ми отримуємо високу узгодженість, доступність з безпекою та гарантований наскрізний QoS, програмне перемикання, зберігання вмісту, механізм керування сервісами, основний комутатор, комутатор класу IP 4/5, периферійний маршрутизатор, UBR і мультиплексор доступу до цифрової абонентської лінії (DSLAM), мережа доступу, проксі-сервер, граничний контролер сеансу тощо є компонентами архітектури IP-MPLS. Програмний комутатор – це програмований комутатор, який встановлює інтерфейс із застарілими мережами через сигнальні шлюзи (SG) і медіа-шлюзи (шлюзи доступу). Шлюз доступу відноситься до обладнання, яке ініціює або завершує стандартну розмову по стаціонарному телефону [8].

**Структурний дизайн NGN**

NGN структурно розроблено для зв'язку майбутніх телекомунікаційних мереж і послуг, а також для задоволення нових потреб у зв'язку зі зростанням нових послуг і

програм (ширококутний зв'язок, IPTV, мультимедіа тощо). Деякі групи організацій, такі як ITU та ETSI, є основними працівниками в розробці структури NGN. «TISPAN» Технічний комітет з телекомунікацій та Інтернету приєднався до засобів та процедур для роботи над структурним проектом, що є вимогою сьогодення. Опис TISPAN, відомий як TISPAN NGN R1, був створений постачальниками та операторами зв'язку відповідно до вимог провайдерів. Ключові моменти TISPAN R1 наведені нижче.

- Це дозволяє самоврядний доступ до технологій.
- Підтримує програми для початкового протоколу сеансу (SIP) і не-SIP.
- Підсистема мультимедіа IP (IMS) підтримує програми SIP.
- Він містить дорожню карту для статичних/мобільних розв'язок.
- Гнучкість щодо стандартів інших організацій.

Згадані нижче три рівні визначають повну структуру NGN.

– (ANL)-Мережевий рівень доступу: На цьому рівні кілька типів обладнання підключено для підключення кінцевих користувачів до мереж NGN, таких як вузли мультисервісного доступу (MSAN), які надають численні послуги, такі як телефонія, високошвидкісний доступ до Інтернету та відеопослуги, використовуючи ту саму мідну пару.

– (ENL)-граничний/ядерний рівень мережі: Мережа Edge/Core створює орієнтований на з'єднання шлях для IP без з'єднання за допомогою технології комутації міток MPLS.

– (CL) - контрольний рівень: Цей рівень контролює дані викликів і операторів у мережі. Він складається з Soft Switch (SS).

#### **Тестування мобільності**

Процес, у якому дротові та бездротові системи спілкуються з різними пристроями подібних категорій, цей процес відомий як Машина 2 (M2M). Ці дані процесу мають унікальні властивості, включаючи мінімальну мобільність і офлайн-і онлайн-дані. Аналіз M2M для мережі NGN проводиться шляхом передачі VoIP-пакетів розміром 64 байти між ПК на ПК, з мобільного на мобільний і з мобільного на ПК для чотирьох категорій передачі [9].

#### **Тестування маршрутизування мобільних даних на основі QoS**

Розвантаження мобільних даних – це доставка даних, спочатку призначених для стільникових мереж, за допомогою сумісних мережевих технологій. Операція мобільного розвантаження може бути активована за правилами, встановленими кінцевим користувачем (абонентом мобільного зв'язку) або оператором. Wi-Fi є переважною відповідною мережевою технологією, яка використовується для розвантаження мобільних даних. На основі ідентифікації даних користувач проходить автентифікацію та перенаправляється в певну мережу, щоб звільнити трафік преміум-класу для LTE VOICE.

#### **Протоколи сигналізації в NGN**

У розробці NGN використовується кілька технологій. Архітектура NGN розуміє контрасти між технологіями, які можуть функціонувати на рівні доступу мережі, і тими, що використовуються в ядрі мережі. Основна мережа містить ATM, Ethernet, IP та IP/MPLS, які є чотирма основними транспортними технологіями. Мережі доступу використовують декілька технологій бездротового та дротового доступу, як-от Універсальна мобільна телекомунікаційна система (UMTS), Довгострокова еволюція (LTE), Всесвітня сумісність для мікрохвильового доступу (WiMAX), Надширококутний зв'язок (UWB), Бездротові локальні мережі (WLAN), бездротова персональна мережа (WPAN), Bluetooth, кабель Ethernet, цифрова абонентська лінія (DSL) і оптичне волокно, щоб надати абонентам надійні та завжди доступні послуги. Щоб максимізувати міграцію до архітектури NGN і реалізацію кількох технологій у спільній інфраструктурі, необхідно визначити стандарти. Наполегливі зусилля зі стандартизації ITU-T та інших організацій із розробки стандартів привели до угоди щодо базової моделі архітектури NGN та послуг. Архітектура NGN визначає набір функціональних об'єктів (FE). Кожен FE розміщується в транспортному або сервісному



сегменті архітектури NGN. Транспортний рівень містить корисні функції для передачі даних, а також вихідні функції для передачі даних між взаємодіючими об'єктами [10].

### **Передача сигналізації NGN**

Основні протоколи сигналізації, що використовуються в мережах наступного покоління, описані в попередньому розділі. Усі вони використовуються для підтримки та керування трафіком користувачів і послугами. Можна передавати сигнальні повідомлення за допомогою методів зв'язаного або роз'єданого шляху. У зв'язаному шляху вузли сигналізації повинні бути зібрані за допомогою маршрутизаторів, а вузли шляху даних відповідають за маршрутизацію повідомлень сигналізації. Виділені вузли та маршрутизатори повинні триматися окремо в сигналізації з роз'єднаним шляхом, а сигнальні повідомлення повинні направлятися через вузли, які, як вважається, не знаходяться на шляху даних. У той час як RSVP є зв'язаним шляхом, SIP є роз'єднаним шляхом [11].

Сигнали також можна класифікувати як внутрішньосмугові або позасмугові з точки зору QoS. Припущення, що трафік сигналізації є частиною потоку даних, є попередньою умовою внутрішньосмугової сигналізації QoS. Позасмугова сигналізація QoS передбачає, що виділені пакети, окремі від потоку даних, прийматимуть передачу сигналів. Зовнішня сигналізація використовується для інтегрованих послуг (IntServ), тоді як внутрішньосмугова сигналізація використовується для DiffServ. Через проблеми, спричинені станом ресурсу для кожного потоку в проміжних маршрутизаторах уздовж наскрізного з'єднання, IntServ не підходить для передачі сигналів. Ця додаткова затримка, спричинена процесом побудови шляху, є небажаною через суворі часові обмеження, накладені сигналізацією. DiffServ у мережних маршрутизаторах запобігає накладним витратам сигналізації та ускладненню обробки [12].

### **Механізм якості**

Поведінка структури NGN представляє одну з успішних мереж майже з усіх пунктів, таких як організація, процес, перевірка, автентифікація та більшість схвалення кінцевих користувачів.

### **Середовище NGN**

Основні питання щодо середовища NGN, які розглядаються ITU-T (Рекомендація ITU-T Y.2001, 2004; Рекомендація ITU-T Y.2011, 2004), 3GPP (3GPP TS 23.228, 2006) та ETSI/TISPAN (ETSI ES 282.007, 2006), також в деяких поточних дослідженнях телекомунікацій. Різна логічна структура була запропонована різними організаціями на основі спільних принципів, але вони відрізняються одна від одної щодо фокусування послуг або сфери зв'язку. Була прийнята дворівнева модель, яка відокремлювала транспорт від функцій керування послугами та послугами. Групу з чотирьох основних функціональних можливостей структури NGN можна визнати, як у [13].

### **Функціональні можливості програмного рівня сервісу**

Цей рівень містить сервер, відомий як сервер додатків, на якому представлено та функціонує служба. Крім того, на цьому рівні виконуються дві основні операції, які дозволяють взаємодіяти та запустити служби додатків шлюзу.

### **Функціональні сегменти керування на рівні обслуговування**

На цьому рівні виконуються деякі основні операції, такі як контроль сеансу, активація служби, перевірка та затвердження. Цей рівень розпізнає за стандартом мультимедійної підсистеми IP (IMS). Цей стандарт дозволяє контролювати базову мережу та активацію послуг тощо.

### **Функціональні функції арбітра від сервісного рівня до транспортного рівня**

Щоб забезпечити попит на реалізацію проміжного шару, цей рівень був необхідний для оперативної роботи. Підсистема мережевого підключення дозволяє кінцевим користувачам входити в екосистему NGN і послуги NGN і терпіти ефекти транспортного рівня. Підсистема керування ресурсами та доступом виконує завдання розподілу ресурсів на основі політики та обіцянок QoS.

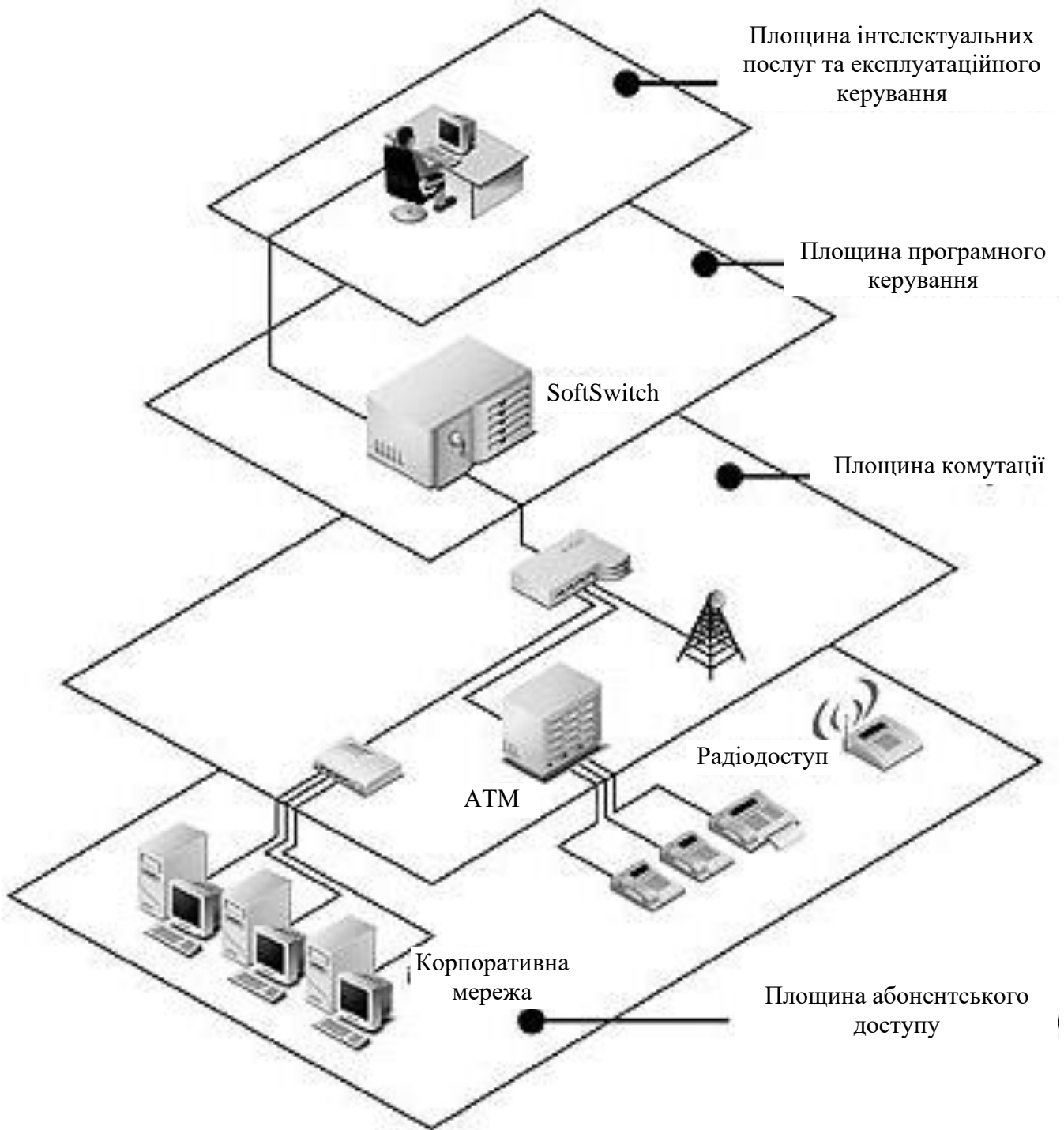


Рисунок 1 – Структурна схема системи

### Функціональні функції транспортного рівня

Основною функцією цього рівня є забезпечення IP-з'єднання для доступу до рівня обслуговування. Тепер якість обслуговування гарантується шляхом застосування послідовної роботи для переміщення трансляції та організації, досягнення досконалості та безпеки, ці параметри не входять до діапазону мереж наступного покоління. поточна мережева структура наступного покоління включає такі фундаментальні операції, як дозволена структура для керування сеансами, активація послуг, контроль доступу, адміністрування користувачів і обіцянка якості, тоді як інші операції є важливими для виконання певних завдань, наприклад, питань щодо програми, керування, підтримки миттєвої потокової передачі, припинення доступу тощо [14]

## Мережа PSTN

За останні десятиліття ми спостерігаємо величезні зміни у світі телекомунікацій, який раніше базувався переважно на голосових послугах. Телефонна мережа загального користування (PSTN) є основною інфраструктурою голосового зв'язку. Згодом PSTN було розроблено для інтеграції більш просунутих послуг, таких як дані та відео.

У сьогоденнішому середовищі різні постачальники телекомунікаційних послуг пропонують різноманітні інфраструктури послуг. Ці служби інтегровані за допомогою різних протоколів і методів. Складність була дуже високою через численні стандарти від різних постачальників. Для мінімізації цього рівня складності було розроблено уніфіковану комунікаційну модель NGN (Мережа наступного покоління). Перехід від старої інфраструктури (з точки зору технології, інфраструктури, послуг і системних аспектів) до нової моделі був дуже складним завданням. Більшість постачальників послуг покладаються на послуги NGN, щоб підтримувати ринковий попит. NGN надає послуги Triple Play на основі базової IP-мережі. Різні типи послуг інкапсулюються в IP-пакети та надсилаються через мережу. Це знижує рівень складності, а також витрати на експлуатацію та обслуговування. Проблеми QoS також вирішуються мережею NGN [15]. Телефонна мережа загального користування (PSTN) є найстарішою та найвідомішою телекомунікаційною інфраструктурою. Він надає голосові послуги за допомогою мережі з комутацією каналів. Комутація каналів – це спеціальний телекомунікаційний канал між двома кінцевими користувачами.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN; Досліджена система проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на технології бездротової NGN. 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., 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., 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

Я.Білорус, магістр гр. КН-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ХМАРНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ТОВАРНО- МАТЕРІАЛЬНИХ ЦІННОСТЕЙ

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

**Постановка проблеми.** Проведення автоматизації складу, як правило, вимагає серйозних фінансових інвестицій і часових витрат. Однак якщо перша умова, як правило, неминуча, адже придбання відповідного устаткування й програмного забезпечення є одним з основних умов проведення автоматизації взагалі, то вплив другої умови можливо істотно обмежити. Для того, щоб автоматизація складу зайняла якнайменше часу, до неї варто добре підготуватися.

Вигоди від такого рішення очевидні – чим менше склад буде простоювати, перебудовуючись на новий механізм роботи, тим менше втрат у результаті понесе компанія-власник складу.

Логістиці складу автоматизація дає оперативне одержання достовірної інформації, прозорість процесів руху товару, швидкий і простий розрахунок із клієнтами, раціональне використання часових ресурсів – все це переваги автоматизації. Тільки до кінця розуміючи необхідність змін, персонал і керівник зможуть провести процедуру автоматизації обліку товарів максимально безболісно для всього трудового процесу.

По суті, склад повинен працювати так само чітко, як комп'ютерна програма. Строге дотримання заданих алгоритмів роботи є однією з основних умов порядку на складі. Автоматизація обліку й застосування відповідного встаткування повинні допомагати здійснювати контроль над його функціонуванням. Отже, до моменту впровадження нового обладнання й ПЗ, ці алгоритми (строго визначені для кожного співробітника послідовності дій) повинні бути визначені.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи обліку товарно-матеріальних цінностей.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація хмарної системи обліку товарно-матеріальних цінностей.

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

- Огляд існуючих систем обліку товарно-матеріальних цінностей.
- Дослідження хмарної системи обліку товарно-матеріальних цінностей.
- Програмна реалізація хмарної системи обліку товарно-матеріальних цінностей.

*Об'єктом дослідження є процес обліку товарно-матеріальних цінностей.*

*Предметом дослідження є методи обліку товарно-матеріальних цінностей.*

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

#### **Виклад основного матеріалу.**

Програмне забезпечення хмарної системи обліку товарно-матеріальних цінностей – професійна, високонадійна, зручна в роботі програма управління складами. Відмітною рисою програми є доступність – по легкості впровадження й зручності використання. Програмне забезпечення складається з наступних структурних блоків:

- Топологія складу.
- Перегляд складу в графічному режимі.
- Картка товару.
- Операції приходу.
- Розміщення товару в зоні основного зберігання.
- Комплектація й відвантаження замовлень.
- Відвантаження замовлень клієнтам.
- Інвентаризація.
- Звітна система.

Розглянемо більш докладно перераховані структурні блоки.

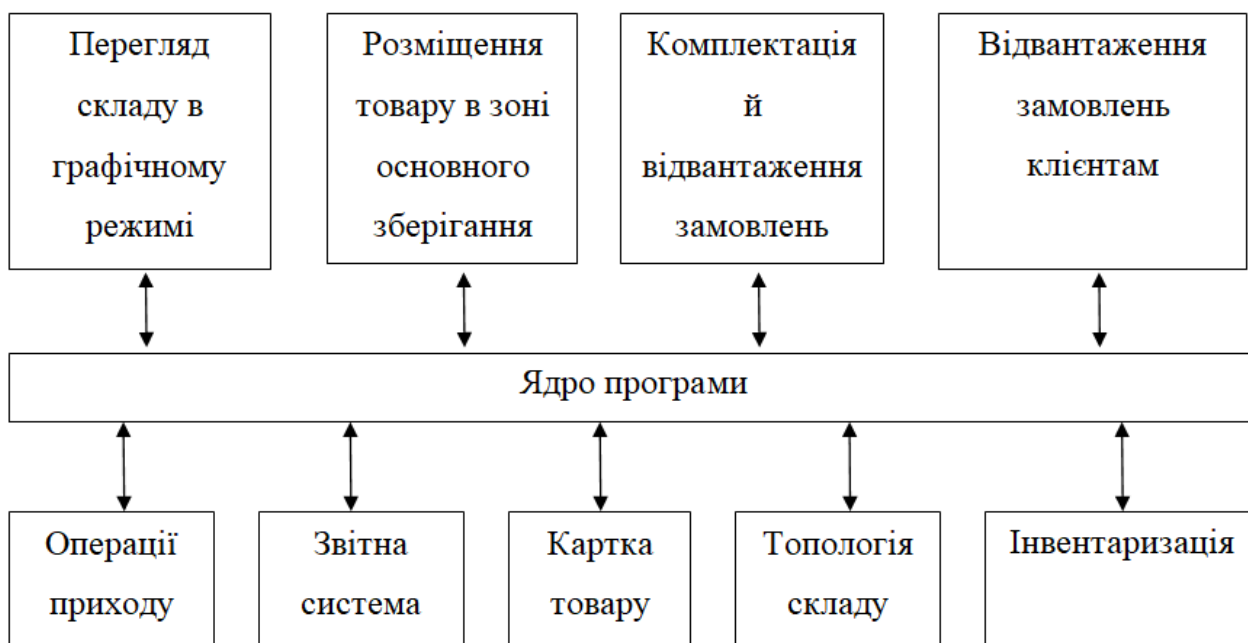


Рисунок 1 – Структурна схема системи

#### **Топологія складу**

Програма управління складом дозволяє описати практично будь-яку конфігурацію великого й малого складського комплексу. Якщо йти від «великого до дрібного», то весь складський комплекс розбивається на «склади». В одному комплексі може бути як завгодно багато складів. склади розбиваються на основні логістичні території: «Зона основного зберігання» (MS – Main Storage), «Зона підбора» (Picking), «Зона приходу», «Зона підібраних замовлень» (OA – Orders Assembled). Для кожного складу виділяється спеціальна область «Склад браку».

Програма може враховувати всі види складування товарів (стелажне, включаючи глибокі «набивні» стелажі, напольне, столбикове). Для цього в кожній зоні в програмі задаються осередки, що відповідають осередкам реальних стелажів, зонам напольного зберігання й так далі.

У програмі задаються характеристики осередків: лінійні розміри, обсяг, максимальна припустима вага. Якщо осередки розміщені в глибоких або гравітаційних стелажах, а також для осередків напольного зберігання, то для них формуються правила доступності.

Система адресації осередків чотирьохрівнева: осередки поєднуються в сектори, які складаються з рядів, колон і рівнів.

Програма дозволяє вводити в конфігурацію складу зони, такі як «морозильна зона», «зона розміщення товару конкретного власника», «зони сумісності» (корма для тварин і продукти харчування, або побутова хімія й інше). У топології складу задається розташування воріт, що враховується алгоритмами розміщення й підбора.

Програма ефективно працює з гомогенними й гетерогенними паллетами.

### **Перегляд складу в графічному режимі**

У програмі реалізована можливість у графічному режимі «оглянути» склад і його вміст. Різні розфарбування (фільтри) осередків складу дозволяють швидко й інформативно одержати подання про різні аспекти роботи складу. Наприклад, типи осередків і де вони перебувають на складі. Розфарбування «Загальне заповнювання», відображає інформацію, наскільки оптимально витрачаються простір складу:

- Зробити пошук окремих осередків складу дозволяють відразу кілька розфарбувань заснованих на фільтрах по клієнтах і товарам.
- По конкретному осередку можна одержати інформацію про вміст даного осередку.
- Плавне масштабування дозволяє вибирати масштаб, що підходить для поточної роботи. У програмі реалізований ефективний алгоритм масштабування, при якому відмальовуються тільки ті деталі, які видно в даному масштабі. Це дозволяє практично миттєво відображати в графіку дані по складу в 50-100 осередків і більше.

### **Картка товару**

У програмі підтримуються множинні системи одиниць виміру для кожного товару, а також множинні схеми паллетизації. У картці товару задаються шаблони генерації номерів партій товарів, стратегії розміщення й підбора, обмеження по сумісності, правила роботи зі строками придатності, правила укладання залежно від розмірів осередків, деревоподібна класифікація товарів, групи розміщення. Програма дозволяє для кожного товару створювати необмежене число схем упакування, які можуть застосовуватися одночасно. Це дозволяє працювати з коробками й коробами різних розмірів, для цього досить дати їм імена, що трохи відрізняються (скажемо Короб-20шт і Короб-25шт). Різні розміри коробів по різному укладаються на палети. Тому для таких випадків у програмі вводяться й «різні» палети. У картці товару в таблиці «Схеми упакування» перераховуються всі припустимі до відвантаження варіанти. Є можливість відвантажувати той самий товар одночасно й у штуках, і в коробах, і цілими палетами. Якби в нас були коробка різних розмірів, то в таблиці «Схеми упакування» ми б їх теж включили до списку, і вони стали б доступні для роботи.

Всі механізми обліку строків придатності, і різні «будильники», що сповіщають про закінчення строку придатності, або про наближення на термін придатності (із заданим запасом і заданою точністю розрахунку) реалізовані в програмі.

Товари поєднуються в групи в спеціальному класифікаторі. Це дозволяє виконувати багато операцій груповим способом.

### **Операції приходу**

У більшості проектів програма працює не сама по собі, а тісно інтегрується з корпоративною інформаційною системою, а також із системами постачальників і клієнтів. Тому відомості про планований прихід можуть надходити в систему в електронному виді. складська програма підтримує всілякі формати електронних документів: повідомлення EANCOM/EDIFACT (прихід по ASN), XML, Excel, різні текстові формати. Є можливість ручного уведення приходуючих товарів «за фактом», а також уведення документів прямо з корпоративної системи за допомогою механізму OLE-автоматизації.

У програмі фіксуються й обробляються наступні етапи приймання товару:

- Розвантаження машини або вагона на пандус.

- Перерахування й відбраковування.
- Роздруківка й наклейка етикеток з фактичними кількостями.
- Переупаковка при необхідності (якщо потрібно привести впакування у відповідність зі стандартом зберігання).

При оприбуткуванні товару, також як і в інших операціях, система може працювати як за паперовою технологією, так і повністю із застосуванням радіочастотних терміналів збору даних (ТЗД).

Система підтримує партионний облік, автоматично генерує (по шаблонам, що набуваються) номери партій, унікальні коди паллет (SSCC-коди), роздруковує при приході етикетки (з або без штрихового коду) з усією інформацією.

У системі є убудований редактор етикеток, що дозволяє настроїти друк етикеток у будь-якому форматі, з логотипом фірми, зі штриховими кодами, для будь-яких принтерів (як для промислових принтерів, так і для звичайних лазерних принтерів). Для досягнення гранично-можливої швидкості друку на промислових принтерах у системі є спеціальні драйвери, які використовують текстово-графічну мову принтера (минаючи стандартний драйвер Windows).

Крім друку етикеток програма містить всі необхідні друковані форми й звіти. Система має убудований редактор друкованих форм і звітів, що дозволяє самостійно коректувати наявні й розробляти нові звіти.

У програмі реалізована можливість створювати необмежене число різних видів операцій, зокрема й операцій приходу. Всі операції (у програмі вони називаються «складські транзакції») не закладені заздалегідь раз і назавжди. Транзакції настроюються при впровадженні програми, а також створюються в міру виникнення потреби ввести в роботу нові операції. У вигляді різних транзакцій оформляється все різноманіття операцій приходу (а також і інші операції). Зокрема, можна виділити прихід з фабрики, прихід від постачальника, повернення від клієнта, переміщення із центра дистрибуції, переміщення з іншого складу.

Однієї із самих потужних і унікальних функцій системи програма є так звана «багатофіліальність». Ця функція дозволяє організувати роботу десятків складів у єдиному інформаційному просторі. Ядро бази даних забезпечує ефективний обмін «файлами експорту-імпорту» між всіма філіями мережі з інтервалом від 15 хвилин до 24 годин. При багатофіліальній роботі системи є особливий вид операції приходу – переміщення з іншого складу мережі, «Трансфер». При цій операції система відслідковує стан товару «у шляху» і автоматично пересилає документи на переміщення на потрібну філію. При приході залишається лише підтвердити відповідність кількості, що прийшла, товару.

Система дозволяє обслужити, також операції кроссдокингу. Для цього створюються спеціальні (безрозмірні) осередку, у які розміщається весь обсяг товару, призначеного для тимчасового зберігання. При необхідності можна виконувати ручні операції переукомплектування вантажів кроссдокингу.

Є можливість при прийманні виконати операцію паллетизації й/або переупаковки. При цьому програма відслідковує точну відповідність прибутковій накладній (яка заповнюється в одиницях виміру реального документа) отриманому при переупаковці кількості товарів. Для цього саме й потрібні схеми паллетизації, які ми бачили в картці товару. Завдяки тому, що в картці товару галочкою відзначаються «правильні» (головні) схеми паллетизації для всіх товарів, оформлення в програмі операції паллетизації/переупаковки в більшості випадків зводиться до натискання однієї кнопки «За замовчуванням». Програма для всіх рядків документів застосує потрібні схеми паллетизації/упакування. Далі, при необхідності, можна для деяких рядків змінити схему паллетизації/упакування. Для зручності розрахунків є спеціальний «калькулятор упакування», застосування якого дозволяє виключити помилки в роботі операторів.

При, так званому, «приході товару по ASN» (тобто, коли документ про планований прихід надходить в електронному виді з корпоративної інформаційної системи), програма



відслідковує зв'язок документів приходу й відповідних повідомлень ASN. Це дозволило реалізувати функцію підтверджувати замовлення на відвантаження постачальникові, причому з точною вказівкою розбіжності (якщо таке має місце) між обсягом замовлення й приходу порядково.

### **Розміщення товару в зоні основного зберігання**

Широкі можливості по настроюванню алгоритму пошуку осередків у зоні основного зберігання:

1. Можливість прив'язки осередків складу до найменувань або до товарних груп.
2. Можливість розміщення в одному осередку різних товарів і/або різних одиниць виміру.
3. Можливість розподілу складу на зони з різними пріоритетами.
4. ABC – аналіз обіговісті товарів і розміщення, що дозволяє врахувати його результати.
5. Облік партії, строку придатності й статусу товару (карантин, брак і т.д.) при пошуку осередку.
6. Розміщення у вільний або заповнений осередок (з урахуванням місткості осередку).
7. Розміщення до такого ж товару (партії, строку придатності, статусу, одиниці виміру) у колону (сектор).
8. Можливість ручної вказівки осередку для розміщення. Дозволяє змінити порядок розміщення при приході. Вантажники можуть розміщати товар так, як порахують потрібним, у вільні за фактом осередку, а оператор легко й швидко вносить у систему отримані від вантажників адреси.
9. Програма дозволяє змінювати наявні, і створювати нові сценарії приймання й розміщення товарів на складі (транзакції й стратегії розміщення).

Роздача завдань складському персоналу провадиться як на паперових носіях, так і на термінали збору даних. У випадку використання терміналів збору даних, всі завдання оформлені в програмі у вигляді наказів, які можуть надходити на термінал відразу після виникнення (у цьому випадку програма сама розподіляє завдання персоналу, залежно від завантаженості), або їх розподіляє оператор у зручному «Екрані диспетчера терміналів».

Оператор бази даних бачить, який наказ у цей момент виконує кожний вантажник, скільки наказів йому залишилося виконати. Операції передачі наказу вантажникові, скасування наказу, зміни пріоритету виконуються перетаскуванням мишкою («drag and drop»). За кожним наказом зберігається інформація про те, хто й коли його виконав, скільки на це було витрачено часу.

Початок і завершення наказу вантажник підтверджує скануванням мітки на стелажі.

При розміщенні вантажник має можливість запросити в системи інший осередок, якщо за якимись причинами в запропонований осередок товар поставити неможливо.

При складанні замовлення, якщо в пікінзі не досить товару, водієві навантажувача формується наказ на поповнення. При цьому збирач замовлення бачить, пройшло поповнення пікінгу, або ще немає. Передбачено різні варіанти сортування наказів на складання замовлення: по вазі, відстані, групі товару.

Розбіжності даних у системі з реальним станом складу не приведуть до недовантажень у замовленнях: у програмі передбачена можливість увести недостачу або брак, після чого система сформує новий наказ на добір відсутньої кількості з іншого осередку.

### **Комплектація й відвантаження замовлень**

Так само як при приході може бути організований імпорт у систему електронних документів, також і для відвантаження майже завжди застосовується імпорт замовлень із корпоративної інформаційної системи в різних форматах: повідомлення EANCOM/EDIFACT, XML, Excel, OLE-автоматизація, різні текстові формати.

Природно, що система дозволяє й ручне уведення й/або корекцію замовлень. Це звичайно застосовується на невеликих складах, коли менеджер приймає замовлення по телефоні й відразу вводить його в програму.

Як ми вже бачили, при роботі в багатофіліальній схемі, при переміщенні товару зі складу на склад, програма відслідковує товар у шляху й автоматично пересилає потрібні електронні документи.

Важливою функцією системи є можливість перерахування замовлення з одних одиниць виміру в інші. Найчастіше замовлення передається в базовій (або бухгалтерській) одиниці виміру, скажемо в штуках.

Реально товар може зберігатися на складі одночасно в різних одиницях виміру, у палетах, коробах і штуках. При цьому, як ми бачили, може одночасно застосовуватися кілька видів коробів, у схему впакування можуть «вклинюватися» різні шоу-бокси. Програма «уміє» інтерпретувати одиницю виміру, що прийшла в замовленні подвійно. Вона може сприймати її як пряму вказівку підбирати товар, що зберігається тільки в такій одиниці виміру (скажемо тільки цілі палети, або коробки потрібного розміру, як ми наводили приклад Короб-25шт), але може сприймати і як вказівку підібрати потрібну кількість товару, зібравши його з різних видів упакувань (починаючи, природно, із самих великих, із цілих паллет, потім добираючи, при необхідності, цілими коробками, і вже потім, штуками, якщо в замовленні задана така дробова кількість). Для реалізації цієї «розумної» функції, в операціях догляду (так само як ми це бачили й в операціях приходу) є закладка «Упакування».

Як ми говорили, найчастіше з MASTER приходить замовлення в штуках. У цьому випадку на закладці впакування необхідно дати програмі вказівку перейти до максимально великих одиниць виміру. Також як і в операції приходу, це робиться натисканням однієї кнопки «За замовчуванням». По цій кнопці програма застосує для всіх рядків основну схему впакування. Також як і в приході, після натискання на кнопку «За замовчуванням» є можливість вручну змінити завдання.

#### **Відвантаження замовлень клієнтам**

Операція відвантаження замовлень у програмі розділена на кілька етапів:

Етап 1. Уведення замовлень у програму.

Замовлення можуть потрапити в програму декількома способами: за протоколом EANCOM/EDIFACT, через файли (XML, текстові), за допомогою механізму OLE, з уведених раніше замовлень і, нарешті, уведенням вручну.

Етап 2. «Прорахунок» замовлень.

«Прорахунок замовлень» складається в пошуку на складі зазначених у замовленні товарів по певних алгоритмах, які задаються в стратегіях розміщення.

Можна вважати, що ці алгоритми реалізують ті або інші пріоритети при пошуку товару на складі. Алгоритми зафіксовані в «Стратегіях», стратегії задаються в транзакціях. Різні транзакції з'являються в різних рядках меню, що дозволяє розділити зони відповідальності різними операторами. Таким чином, при впровадженні й налаштуванні програми, стратегії оптимальним образом зв'язуються з конкретними операціями на складі. Однак, це ще не межа гнучкості. При необхідності, оператор може сам задавати й змінювати існуючі пріоритети для конкретних цілей.

Операцію «прорахунок» і відвантаження замовлень клієнтам можна виконувати як по одному замовленню, так і по декількох замовленнях одночасно («хвилею»). У даній програмі «хвиля» замовлень, називається «Пачка замовлень». Обмежень на кількість прораховувань одночасно й замовлень, що відвантажуються, у програмі не існує. Для комплектації декількох замовлень «хвилею», програма дозволяє поєднувати замовлення на вихідні поставки в «пачку». Після формування пачки замовлень програма створює «документ добірки», у якому зазначені необхідні для підбора товару по замовленнях пачки адреси осередків, а також адреси осередків для поповнення пікінгу (якщо алгоритм поповнення пікінгу включений у налаштуваннях транзакції). Всі необхідні переміщення по замовленнях

можна одержати в друкованому виді для роздачі пікерам і водіям навантажувачів. Якщо в налаштуваннях даного складу зазначено «Використовувати термінали збору даних», то необхідні переміщення оформляються у вигляді наказів, надходять на термінали, ними управляє диспетчер у діалозі «Диспетчер терміналів».

Програма дозволяє змінювати наявні й створювати нові сценарії комплектації й відвантаження замовлень (транзакції й стратегії розміщення).

«Регулюючи» налаштування стратегій і транзакцій можна управляти наступними параметрами підбора для відвантаження:

- Облік строків придатності товару.
- Відвантаження товарів клієнтам по методах FEFO, LIFO, або по заданих строках придатності.

- Можливість підбора певних партій (можна відвантажувати клієнтам як певні партії товарів, задані в замовленні клієнтом, так і будь-які доступні для відвантаження партії, якщо в замовленні не зазначені номери партій).

- Облік власника товару (якщо на складі зберігається товар декількох організацій, то система гарантує, що товар, що належить одній організації не піде клієнтам іншої організації. Для цього не потрібно розділяти склад на зони зберігання по організаціях, товар різних організацій буде розподілений по всьому складі, це набагато підвищує ефективність завантаження складу).

- Оптимізація використання осередків у зоні основного зберігання або пікінгу (програма дозволяє оптимізувати операції добірки із зони пікінгу, шляхом часткового (у заданій кількості) або повного поповнення цієї зони заданими товарами. Операція поповнення може виконуватися одночасно з «прорахунком» поточних замовлень (у цьому випадку товари, для яких необхідно поповнити зону пікінгу, зазначені в замовленнях) або окремо, шляхом формування й виконання, так званого, «завдання на поповнення»)

Всі розрахунки для операції поповнення програма бере на себе: знайде осередки й обчислить кількість товару, необхідне для переміщення із зони зберігання в зону пікінгу

Не треба «тримати в розумі» адреси осередків, які необхідно поповнити, і вільне місце в цих осередках. Природно, що ніхто не забороняє вказати осередки, які необхідно поповнити й/або осередки, з яких необхідно поповнити, вручну.

Оптимізація переміщень товару (система мінімізує відстань переміщення товару по складу між осередками. Наприклад, із зони основного зберігання в зону пікінгу товар буде переміщатися між осередками, розташованими в безпосередній близькості друг від друга).

Відвантаження цілими палетами (можна настроїти програму таким чином, щоб вона дозволяла відвантажувати тільки цілі палети, що зберігаються на складі).

Можливість формування додаткових добірок на будь-якій стадії обробки замовлень (система дозволяє «прораховувати» замовлення (знаходити на складі необхідний товар) по кілька разів, на будь-якій стадії відвантаження. Це може стати актуальним, якщо замовлений товар у момент «прорахунку» перебуває на складі не в повному обсязі, а потім прибуває на склад і необхідно його відразу відвантажити клієнтам).

Розподіл завдань персоналу (при використанні терміналів збору даних, програма сама розподіляє накази на переміщення між пікерами й водіями навантажувачів. Можливість розподіляти накази вручну також реалізований з максимальною зручністю. При використанні «паперової» технології всі переміщення по замовленнях можна вивести в друкованих формах у будь-якому порядку: відсортовані по початкових адресах, по кінцевих адресах, по вазі товару, «змійкою» і т.д.).

Обробка нестандартних ситуацій (брак, недостача) при складанні замовлень (у програмі існує можливість обробити всі нестандартні ситуації, які можуть виникнути в процесі підбору товару, як то: виявлення браку, виявлення недостачі товару в осередку, пересортується. Всі ці ситуації обробляються декількома натисканнями клавіш оператором на стаціонарному комп'ютері або вантажником, якщо використовуються термінали збору даних. система автоматично створює документи переміщень на склад браку,

якщо виявлено брак, або фіксує недостачу товару в осередку, створюючи документ переміщення усередині осередку на спеціальний лічильник, змінюючи, таким чином, логістичний статус зазначеної частини осередку.

Друк пакета документів (при відвантаженні замовлень можна роздрукувати весь необхідний набір документів: сертифікати, ТТН, рахунку-фактури, форми МХ-3, посвідчення якості на замовлений товар, етикетки з кодами SSCC на зібрані палети, пакувальні аркуші на вантажні місця й т.д. Відскановані образи сертифікатів зберігаються в базі даних і автоматично передаються із центра у філії).

У програмі передбачена можливість розформування зібраного замовлення (якщо клієнт відмовляється від замовлення після того, як система й вантажники його вже підібрали й зробили необхідні переміщення. Програма дозволяє зробити це легко й швидко – натисканням декількох клавіш на клавіатурі. При цьому автоматично створюються необхідні документи переміщення назад у зону пікінгу або зону зберігання товару з пошуком нових осередків, або заданих вручну).

Для оптимізації (ущільнення) зберігання товару в системі можуть використовуватися всі необхідні для цього операції: внутріскладські переміщення, переміщення в зону браку. Облік недостачі й пересортування ведеться без блокування осередків складу для можливості виконання разом із цими всіх інших операцій.

Контроль якості товару, що підбирається, здійснюється за допомогою підтримки системою декількох статусів продукту: карантин, блокування по якості, наближення закінчення строків придатності і т.д. статус продукту може змінюватися як автоматично (при настанні певного моменту часу), так і вручну, оператором.

### **Інвентаризація**

Як відомо, інвентаризація складу є дуже відповідальний і трудомісткий процес. Тому розроблювачі програми спробували максимально полегшити його, а також звести до мінімуму можливі помилки оператора при інвентаризації.

Дана підсистема дозволяє проводити інвентаризацію, не тільки по всьому складі, але й по окремих секторах або власникам, а також по окремих осередках. На період інвентаризації, осередку, що належать обраним секторам або власникам (якщо склад зонується по власниках, хоча це й не обов'язково), автоматично блокуються, тобто з ними неможливі інші операції: прихід, нагляд тощо. Таким чином, гарантується їхній незмінний стан на весь період інвентаризації.

Є можливість показати операторові на екрані (і/або роздрукувати) не всі осередки, а тільки ті, у яких були зміни: невідповідність фізичної кількості (асортиментів) по інвентаризаційній відомості й кількості (асортиментів) по системі програма.

Так само, для наочності, у модулі інвентаризації є колірний індикатор, що відображає стан процесу інвентаризації, де червоним кольором позначені непроінвентаризовані сектора, жовтим – сектора в процесі інвентаризації, а зеленим – уже проінвентаризовані.

Інвентаризацію можна здійснювати, як у ручному режимі (для цього роздруковується аркуш обходу для комірника, а далі, заповнена комірником інформація про фактичну кількість заноситься оператором у БД), так і в напівавтоматичному режимі з використанням терміналу збору.

Для збереження інформації про стан складу до початку інвентаризації (це необхідно для розбору можливих помилок оператора), сам процес інвентаризації, з погляду документообігу, двох стадійний, спочатку йде повне списання з осередку тої кількості, що було в системі програма, а потім – прихід реальної кількості в осередок.

По закінченню інвентаризації можна роздрукувати інвентаризаційну відомість.

### **Звітна система**

У стандартній поставці програма є безліч створених і відтестованих звітів: залишки товарів на складі, оборотна відомість, рух товарів і партій, прихід-видаток товарів, звіт по наказах (при використанні «безпаперової» технології), звіт про виконані завдання вантажником, різні реєстри документів і т.д.

Крім звітів у програмі передбачений такий механізм перегляду вмісту БД, як «браузери» (або таблиці), які показують стан бази даних на сучасний момент часу. У деяких «браузерах» є можливість групового виконання різних операцій з рядками бази даних, шляхом вибору операції з контекстного меню. Наприклад, можна змінити властивість осередку (таке, як «припустима висота» або «максимальна вантажопідйомність») відразу в декількох (або навіть в усіх) осередків складу.

У програмі існує можливість створення звітів на підставі даних, сформованих за допомогою запитів. Кошти розробки складаються із двох компонентів – редактора запитів (запити програмуються мовою SQL) і візуального редактора друкованих форм.

Запити мають дворівневу структуру відкритої архітектури. Верхній рівень – текст мовою SQL. Запити верхнього рівня зберігаються в самій базі даних і виконуються інтерпретатором, тобто для їхньої розробки не потрібен зовнішній компілятор і перескладання системи.

Є ще й нижній рівень програмування – необов'язковий, він оформлений у вигляді класів Delphi. Ці програми вимагають більше високої кваліфікації програміста, зміна таких програм сполучена з перескладанням коду програми, що виконується. Програмування на Delphi дає необмежені можливості по оптимізації швидкодії прикладної частини програми.

Редактор запитів являє собою інструментарій для створення, редагування й тестування запитів.

Редактор друкованих форм являє собою візуальний інструментарій для створення друкованих форм звітів. Виведення даних у звіті можна здійснювати двома способами. Полегшеним, коли звіт являє собою кальку з відповідного діалогу (це, наприклад, більшість друкованих форм накладних), у цьому випадку поля друкованої форми або прямо прив'язуються до полів БД, або використовується найпростіший SQL запит по поточному документі. І розширеним, коли використовується сукупність даних БД (наприклад, для оборотної відомості необхідні всі документи за звітний період), що обробляється цілим пакетом запитів.

Звіти мають характерну рису, а саме – інтерактивність, тобто, звіт – це не просто preview документа, що буде роздрукований на принтері, а й засіб для одержання додаткової інформації з результатів звіту. Наприклад, уже в сформованому звіті можна розкрити будь-який рядок по подвійному клацанню мишкою на полі, що цікавить. При цьому, у різних звітах по різному, буде відкритий на потрібному записі відповідний діалог БД або запущений інший звіт, що розкриє вміст обраного числа

Як складська система, програма має у своїй звітній системі засоби підтримки друку різних етикеток, а саме, уміє виводити штрих-коди у всіх відомих системах кодування: EAN-8, 13, 128, ITF-14, Code-128 і підтримує промислові принтери етикеток (DMX, TTX, Zebra), як на рівні драйверів Windows, так і прямо (прямий вивід етикетки з використанням внутрішньої мови принтера, замість графічного образу, що формує драйвер Windows, у деяких випадках дозволяє підвищити швидкість друку етикеток у десятки разів).

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів обліку товарно-матеріальних цінностей. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем обліку товарно-матеріальних цінностей; Досліджена система обліку товарно-матеріальних цінностей; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація хмарної системи обліку товарно-матеріальних цінностей. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання обліку товарно-матеріальних цінностей. 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., 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., 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., 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.

УДК 004

А.Григорашенко, магістр гр. КІ-22М-2,

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МЕНЕДЖЕРА ЗАВАНТАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ BITTORRENT

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent. Об'єктом дослідження є процес менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent. Предметом дослідження є методи менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи менеджера завантажень з використанням 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.** Торрент (torrent) – це мережний протокол для обміну файлами. Файли розбиваються на невеликі частини й у такому виді передаються по мережі. Торрент-клієнт (torrent-client) завантажує ці частини й потім збирає в себе файл воедино. У процесі завантаження шматочків клієнт також віддає вже заколисані частини, що дозволяє передавати торренти з великою швидкістю й без очікування звільнення джерела (сідера, seed).

Для того щоб скачати торрент файл, клієнт з'єднується з торрент трекером (torrent tracker), передає йому інформацію про свою IP адресу й хеш суму файлу, що потрібно скачати. Трекер відправляє клієнтові IP адреси інших клієнтів, що також роздають або качають торрент. У процесі завантаження клієнт регулярно спілкується із сервером, повідомляючи інформацію про завантаження й одержуючи оновлений список IP адрес.

Клієнти передають інформація прямо між собою без участі торрент-трекеру. Трекер тільки збирає дані із клієнтів про процес завантаження, підключених клієнтах і іншій інформації. Для оптимальної роботи торрент протоколу потрібно, щоб максимальна кількість клієнтів могли приймати й віддавати файли. При некоректному налаштуванні міжмережний екран/брандмауера або трансляції адрес/NAT, швидкість передачі може значно зменшитися або припинитися зовсім.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи менеджера завантажень з використанням протоколу bittorrent.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent.

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

- Огляд існуючих систем менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent.
- Дослідження системи менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent.
- Програмна реалізація системи менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent.

*Об'єктом дослідження* є процес менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent.

*Предметом дослідження* є методи менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent.

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

### **Виклад основного матеріалу. Специфікація протоколу BitTorrent v 1.0 .**

**Ідентифікація.** BitTorrent – це протокол для поширення файлів, заснований на принципі " крапка-крапка" і розроблений Бремом Кохеном (Bram Cohen). Відвідаєте його сторінку за адресою <http://www.bittorrent.com>. BitTorrent розроблений для полегшення передачі файлів безлічі пірів по ненадійних мережах.

Ціль цієї специфікації полягає в тому, щоб зарозділювати у деталях специфікацію протоколу BitTorrent версії 1.0. Сторінка специфікації протоколу Брема обмежена основними поняттями, і втрачає супутні деталі в деяких областях. Я сподіваюся, що цей розділ буде написаний у ясних і однозначних визначеннях, які можуть послужити основою для обговорень і реалізації в майбутньому.

#### **Предметна область**

Цей розділ відноситься до першої версії (тобто версії 1.0) специфікації протоколу BitTorrent. На даний момент, він відбиває файлову структуру торрентів, протокол обміну даними між пірами (peer wire), і специфікації HTTP/ HTTPS-трекерів. З появою нових версій цих протоколів, вони повинні бути специфіковані на своїх окремих сторінках, але не тут.

У цьому розділі використовується ряд умовних позначок з метою представити інформацію в короткому й однозначному виді:

- Peer vs клієнт: У цьому розділі peer – це будь-який \*\*\*клієнт\*\*\* (це слово варто замінити адекватним синонімом) BitTorrent, що бере участь у завантаженні. Клієнт – це теж peer, однак це BitTorrent-клієнт, запущений на локальній машині. Читачі цієї специфікації можуть думати про нього як про клієнта, з'єднаним з деяким числом пірів.

- Шматок vs блок: У цьому розділі шматок відноситься до деякої порції завантажених даних, що описана в метафайлі, і яка може бути перевірена за допомогою хешу SHA1. Блок – це порція даних, що клієнт може запросити в піру. Два або більша кількості блоки становлять шматок, що потім може бути перевірений.

- Стандарт "де-факто": більші блоки тексту курсивом описують загальноприйняті підходи в різних реалізаціях BitTorrent-клієнтів, що стали стандартом "де-факто".

- Bencoding – це спосіб визначення й організації даних у стислому форматі. Він підтримує наступні типи: байтові рядки (byte strings), цілі числа (integers), списки (lists) і хеш-таблиці (dictionaries).

- Байтові рядки кодуються в такий спосіб: <довжина рядка, кодуєма в десятковій ASCII, у якій є тільки символи цифр>:<строкові дані>.

Треба помітити, що тут немає фіксованого початкового й кінцевого роздільника.

Приклад:

4:spam представляє рядок "spam"

Цілі числа кодуються в такий спосіб: i<ціле число, закодоване в десятковій ASCII>e

Початковий символ i і кінцевий e – початковий і кінцевий роздільники відповідно. Ви можете кодувати негативні числа, такі як i-3e. Цілому числу не може передувати префікс, що складається з нулів, як наприклад i04e. Разом з тим, i0e є коректним записом нуля.

Приклад:

i3e представляє число "3".

Максимальна кількість біт цілого числа не специфікується, але для розгляду "більших файлів" aka .torrent для більше 4-х гігабайт необхідно знакове 64-бітне ціле.

#### **Списки**

Списки кодуються в такий спосіб:

l< bencode-закодовані значення>e



Початковий символ l і кінцевий e – початковий і кінцевий роздільники відповідно. Списки можуть містити bencode-кодовані значення будь-яких типів, включаючи цілі числа, рядки, хеш-таблиці й інші списки.

Приклад:

l4:spam4:eggse представляє список із двох рядків:

```
[ "spam", "eggs" ]
```

Хеш-таблиці кодуються в такий спосіб:

```
d< bencode-кодована рядок-ключ>< bencode-кодований елемент>e
```

Початковий символ d і кінцевий e – початковий і кінцевий роздільники відповідно. Помітьте, що ключі повинні бути bencode-кодованими рядками. Значення хеш-таблиці можуть бути bencode-кодованими значеннями будь-якого типу, включаючи цілі числа, рядки, списки й інші хеш-таблиці. Ключі можуть бути тільки строковими й повинні фігурувати у відсортованому порядку (sorted as raw strings, not alphanumerics). Рядки повинні рівнятися з використанням бінарного порівняння, а не культурно^-специфічного "природного" порівняння.

Приклад:

```
d3:cow3:moo4:spam4:eggse являє собою хеш-таблицю { "cow" => "moo", "spam" => "eggs" }
```

Приклад:

```
d4:spam1:a1:bee представляє хеш таблицю виду { "spam" => [ "a", "b" ] }
```

Приклад:

```
d9:publisher3:bob17:                                     publisher-
webpage15:www.example.com18:publisher.location4:homee представляє хеш-таблицю {
"publisher" => "bob", " publisher-webpage" => "www.example.com", "publisher.location" =>
"home" }
```

Реалізація мовою Perl:

[http://search.cpan.org/dist/ Convert-Bencode/lib/Convert/Bencode.pm](http://search.cpan.org/dist/Convert-Bencode/lib/Convert/Bencode.pm)

Реалізація мовою Java:

<http://www.koders.com/java/rid47111A56F2466C232E09AEF75A39915EC70D3536.aspx5>

2

### Структура файлу позначка-даних

Файл позначка-даних закодований в bencode-форматі, докладний опис якого наведено вище.

Уміст файлу позначка-даних (розширення файлу – ".torrent") – це bencode-кодована хеш-таблиця, що містить перераховані нижче ключі. Всі строкові величини закодовані в UTF-8:

- info: Хеш-таблиця, що описує файл(и) торренту. Є дві можливих форми: перша – для випадку з 'одне-файловим' торрентом, без опису структури директорій; друга – для 'багато-файлового' торренту;
- announce: URL трекеру для публікації торренту (рядок);
- announce-list: (опціональний) Це розширення до офіційної специфікації зі збереженням зворотної сумісності. Ключ використовується для реалізації списку резервних трекерів. Повний опис можна знайти тут – <http://home.elpr.com/tur/multitracker-spec.txt>;
- creation date: (опціональний) Дата створення торренту, у стандартному форматі UNIX-Часу (ціле число секунд минулих з 01 січня 1970 00:00:00 по UTC);
- comment: (опціональний) Текстовий коментар у вільній формі від автора (рядок);
- created by: (опціональний) Ім'я й версія програми, що використовувалася для створення torrent-файлу (рядок).

Цей розділ описує загальні поля й для "одне-файлового", і для "багато-файлового" торренту:

- piece length: Розмір кожного шматка в байтах (ціле);

– pieces: Рядок, складений об'єднанням 20-байтових значень SHA 1-хешів кожного шматка (один шматок – один хеш) (байтовий рядок);

– private: (опціональний) Це поле є цілим числом. Якщо воно встановлено в значення "1", клієнт ЗОБОВ'ЯЗАНИЙ одержувати список пірів ТІЛЬКИ за допомогою трекерів, перерахованих у файлі позначка-даних. Якщо поле встановлене в "0" або взагалі відсутній, клієнт може одержувати список пірів іншими способами, наприклад за допомогою PEX (обмін пірами) або DHT. Таким чином, слово "приватний" можна читати як "без зовнішніх джерел списку пірів".

Не всі згодні з таким описом. От наприклад визначення з вики клієнта

Azureus: [http://www.azureuswiki.com/index.php/Secure\\_Torrents](http://www.azureuswiki.com/index.php/Secure_Torrents).

Крім того, слід зазначити, що навіть якщо це поле й використовується на практиці, воно не є частиною офіційної специфікації.

#### **Info в одне-файловому режимі**

У випадку одне-файлового режиму, хеш-таблиця info доповнюється наступними ключами:

- name: Ім'я файлу, що містить торрент. Носить рекомендаційний характер. (рядок);
- length: Розмір файлу в байтах (ціле);
- md5sum: (опціональний) 32-символьна шістнадцятковий рядок відповідна MD 5-сумі файлу. Вона не використовується в BitTorrent, але записується в торрент деякими програмами для кращої сумісності.

#### **Info у багато-файловому режимі**

У випадку багато-файлового режиму, хеш-таблиця info доповнюється наступними ключами:

- name: Ім'я кореневої директорії, що містить торрент. Носить рекомендаційний характер. (рядок);
- files: Список з хеш-таблиць, по однієї на кожний файл. Кожна хеш-таблиці в цьому списку містить наступні ключі:
  - length: Розмір файлу в байтах (ціле);
  - md5sum: (опціональний) 32-символьна шістнадцятковий рядок відповідна MD 5-сумі файлу. Вона не використовується в BitTorrent, але записується в торрент деякими програмами для кращої сумісності;

– path: Список, що містить один або більше строкових елементів, об'єднання яких дає шлях і ім'я файлу. Кожний елемент у списку відповідає або ім'я директорії, або (у випадку з останньому елементом) – ім'я файлу. Наприклад, файл "dir1/dir2/file.ext" повинен складатися із трьох строкових елементів: "dir1", "dir2" і "file.ext". Він кодується як список з рядків в bencode-форматі от так:

```
l4:dir14:dir28:file.exte
```

Ключ 'piece length' установлює номінальний розмір шматка, що, як правило, кратний 2-м. Розмір шматка звичайно вибирається виходячи із загальної кількості файлових даних у торренті, зважаючи на те, що занадто великий розмір шматка неефективний, а занадто малий дає в результаті великий торрент файл. При виборі найменшого розміру шматка керуйтеся здоровим глуздом. Бажано не робити торрент-файл розміром більше, ніж 50-75КБ (щоб полегшити його завантаження на сервер). Однак, зараз, коли розміри хостинга й ширина каналів не сильно обмежуються, кращий розмір шматка для більше ефективної роздачі файлів дорівнює 512КБ або менше (принаймні для торрентів приблизно до 8-10ГБ), навіть якщо це приведе до збільшення торрент-файлу. Часто використовувані розміри – 256КБ, 512КБ і 1МБ. Кожний шматок дорівнює обраному розміру, за винятком останнього, розмір якого може бути менше. Кількість шматків обчислюється розподілом загального розміру файлів торренту на розмір шматка й округляється в більшу сторону. Для обчислення границь шматків у багато-файловому торренті, файлові дані розглядаються як один великий безперервний потік, складений об'єднанням умісту всіх файлів у порядку їхнього проходження в списку 'files'. Число шматків і їхніх границь визначаються в такий же спосіб,

як і у випадку одного файлу. Шматки можуть перекривати границі файлів (тобто початок шматка може перебуває наприкінці попереднього файлу, а кінець – на початку наступні).

Кожний шматок має відповідний йому SHA 1-хеш. Для формування значення ключа 'pieces' (див. опис хеш-таблиці 'info' вище) хеші всіх шматків об'єднуються в один рядок (зверніть увагу – у рядок, а не в список). Її довжина повинна бути кратна 20-ти.

### **Протокол трекеру (HTTP/HTTPS)**

Трекер – це HTTP/HTTPS сервіс, що відповідає на HTTP GET запити. Запити містять у себе метрику від клієнтів, що допомагає трекеру вести статистику для торренту. У відповідях утримується список пірів, щоб клієнт міг брати участь у роздачі. Базовий URL запиту складається з 'announce URL', що визначений у файлі позначка-даних (торрент-файл), і параметрів, які додаються до цього URL за допомогою стандартного CGI-Методу (т.е. додавання '?' після announce-URL, за яким треба послідовності 'параметр=значення', розділені символом '&').

Зверніть увагу, що всі бінарні дані в URL (особливо info\_hash і peer\_id) повинні бути правильно екрановані. Це означає, що будь-який байт, що не входить у безлічі "0-9", "a-z", "A-Z" і "\$-\_.+!\*()'," повинен бути закодований у форматі "%nn", де nn – шістнадцяткове значення байта. (см. RFC 1738 для подробиць).

Для наступного 20-байтового хешу:

```
\x12\x34\x56\x78\x9a\xbc\xde\x1\x23\x45\x67\x89\xab\xcd\xef\x12\x34\x56\x78\x9a
```

правильно закодованої є рядок

```
%12Vx%9A%BC%DE%F1%23Eg%89%AB%CD%EF%12Vx%9A
```

### **Параметри запиту до трекеру**

Далі треба опис параметрів, використовуваних в GET запиті від клієнт до трекеру:

- info\_hash: 20-байтовий SHA 1-хеш від значення ключа 'info' файлу позначка-даних, що є хеш-таблицею в bencode-форматі. Опис 'info' було дано раніше;
- peer\_id: 20-байтовий рядок, що використовується як унікальний ідентифікатор клієнта, згенерований ним же при запуску. Значення може бути кожним, у тому числі й бінарним. На даний момент немає ніяких рекомендацій з генерації цього ідентифікатора. Однак, справедливо припустити, що він повинен бути унікальним для локальної машини. Таким чином, імовірно, варто включати в нього таку інформацію, як ідентифікатор процесу й, можливо, тимчасову мітку, записану їм при запуску. Способи кодування цього поля основними клієнтами опис нижче в розділі peer\_id;
- port: Номер порту, що прослуховує клієнт. Стандартні порти, які зарезервовані для BitTorrent – 6881-6889. Клієнт може використовувати будь-який інший порт, якщо він не може відкрити його в зазначеному діапазоні;
- uploaded: Сумарна кількість відданих даних (після того, як клієнт послав подію 'started' трекеру) записане десятковим числом. Поки це точно не визначено в офіційній специфікації, вважається, що тут повинне бути загальне число відданих байт;
- downloaded: Сумарна кількість завантажених даних (після того, як клієнт послав подію 'started' трекеру) записане десятковим числом. Поки це точно не визначено в офіційній специфікації, вважається, що тут повинне бути загальне число завантажених байт;
- left: Число байт десятковим числом, що клієнт ще повинен скачати;
- compact: Установленне значення "1" сигналізує, що клієнт може приймати компактні відповіді. Список пірів заміняється рядком – по 6 байт на одного піру. Перші чотири байти – це хост (у мережному порядку байтів), останні два байти – порт (знову ж, у мережному порядку байтів). Варто пам'ятати, що деякі трекери підтримують тільки компактні відповіді (для економії трафіку) і ігнорують запити без параметра "compact=1" або просто посилають компактну відповідь, навіть при "compact=0";
- no\_peer\_id: Говорить про те, що трекер може зневажити полем 'peer id' у хеш-таблиці 'peers'. Цей параметр ігнорується, якщо включено компактний режим;

– event: Значенням може бути 'started', 'completed', 'stopped', або порожнє, що рівнозначно невизначеному. Якщо параметр не визначений, значить цей запит виконується через регулярні інтервали часу. Докладніше про значення:

– started: Перший запит до трекеру обов'язково повинен бути з параметром "event=started";

– stopped: Повинен бути посланий трекеру, якщо клієнт правильно завершує роботу;

– completed: Повинен бути посланий трекеру при завершенні завантажування. Однак ця подія не повинне посилати, якщо при запуску клієнта завантажування вже на 100% завершена. Очевидно, це потрібно для того, щоб дати можливість трекеру правильно збільшувати показник завершених завантажувальних, що залежить від цієї події;

– ip: (опціональний) Реальний IP-адреса клієнтської машини, формат адреси – чотири байти (десятковими числами) розділених крапками або шістнадцяткова IPv6-адреса (RFC 3513). Взагалі, цей параметр не є необхідним, тому що адреса клієнта може бути взятий з IP-адреси, з якого відправлений запит. Параметр потрібний тільки у випадку, коли IP-адреса, з якого прийшов запит, не є IP-адресою клієнта. Це відбувається, коли клієнт з'єднується із трекером через проксі-сервер. А також, це необхідно, коли клієнт і трекер перебувають в одній локальній частині NAT-шлюзу, т.к. інакше трекер буде видавати внутрішній (RFC 1918) адреса клієнта, що не є маршрутизуємим. Тому, клієнт повинен однозначно встановити IP-адресу (зовнішній, маршрутизуємий), для видачі його зовнішнім пірам. Різні трекери обробляють цей параметр по-різному. Деякі приймають його, якщо IP-адреса, з якого прийшов запит, перебуває в діапазоні RFC 1918, інші – приймають беззастережно, треті – повністю його ігнорують. Якщо передано IPv 6-адресу (наприклад, 2001:db8:1:2::100), значить клієнт може спілкуватися тільки по протоколі IPv6;

– numwant: (опціональний) Кількість пірівів, що клієнт хоче одержати від трекеру. Значення може бути нулем. Якщо параметр не заданий, по-умовчанню, звичайно віддається 50 пірів;

– key: (опціональний) Додаткова ідентифікація, що не доступна іншим користувачам. Призначена для того, щоб клієнт міг підтвердити свою дійсність при зміні IP-адреси;

– trackerid: (опціональний) Якщо попередня відповідь містила значення 'tracker id', це значення потрібно вписати сюди.

Трекер відповідає текстом (text/plain), що містить у собі хеш-таблицю в bencode-форматі з наступними ключами:

– failure reason: Якщо є присутнім, то є єдиним ключем у хеш-таблиці. Значення ключа – це текстове повідомлення про помилку, що повідомляє про те, чому запит не вдался (рядок);

– warning message: (новий, опціональний) Схожий на 'failure reason', але відповідь буде повним. Попередження відображається також, як і помилка;

– interval: Інтервал у секундах, що клієнт повинен витримувати між посилкою регулярних запитів трекеру;

– min interval: Мінімальний інтервал для оповіщень. Якщо задано, клієнт не повинен робити оповіщення частіше, ніж це значення;

– tracker id: Рядок, що клієнт повинен посилати назад у наступних оповіщеннях. Якщо попереднє оповіщення містило 'tracker id', а в поточній відповіді ключ відсутній, використовуйте старе значення;

– complete: Число пірів, що мають всі файли торренту. Їх називають сідерами (ціле)

– incomplete: Число пірів, що не має всі файли торренту. Їх називають личерами (ціле)

– peers: (модель на хеш-таблицях) Значенням є список, що складається з хеш-таблиць, кожна з яких містить наступні ключі:

– peer id: Ідентифікатор піру для запитів трекеру, що він сам собі й вибрав. Був описаний раніше (рядок);

– ip: IP-адреса піру у форматі IPv6 або IPv4, або DNS-Ім'я (рядок);

– peers: (бінарна модель) Замість використання хеш-таблиць, значенням кожного елемента списку може бути рядок, що складається з 6 байт. Перші 4 байти – це IP-адреса; останні 2 байти – порт. Всі байти записуються в мережному порядку байтів (big endian нотація).

Як згадувалося раніше, список пірів, по-умовчання, має 50 записів. Якщо торрент має невелика кількість пірів, список буде менше. У протилежному випадку, трекер вибирає піри для списку випадковим образом. Для здійснення вибірки пірів для списку, трекер може використовувати більше інтелектуальний алгоритм. Наприклад, не повідомляти про наявних на роздачі сідерах іншим сідерам.

Клієнти можуть посилати запити трекеру частіше, ніж через зазначений інтервал: якщо відбулася яка-небудь подія (наприклад, зупинка (stopped) або завершення (completed) завантажування), або клієнт хоче одержати ще один список пірів. Проте, постійне опитування трекера (в оригіналі, hammer – бити, наносити удари) для одержання списків пірів – це погано. Якщо клієнт хоче одержати список більшого розміру, йому варто використовувати в запиті параметр 'numwant'.

Примітка розроблювача: Навіть 30 пірів досить. Насправді, офіційний клієнт 3-їй версії створює нові з'єднання, тільки якщо має менш 30 пірів, і відмовляє в з'єднанні, при більш ніж 55 пірах. Це значення має велике значення для продуктивності. Коли новий шматок повністю отриманий, більшості активних пірів повинне бути послане HAVE-повідомлення. У результаті, кількість трафіку збільшується пропорційно кількості пірів. Якщо їх більше 25-ти, досить мало ймовірно, що нові піри піднімуть швидкість завантаження. Розроблювачам клієнтів настійно рекомендується зробити так, щоб цей параметр був непомітний і складний для зміни, тому що він буде корисний у рідких випадках.

### Метод scrape

Scrape – збирати, скребти, зскрібати.

Більшість трекерів підтримують іншу форму запиту, що використовується для одержання інформації з певного торренту (або всіх торрентів), якими управляє трекер. Замість незручного парсингу сторінки зі статистикою, клієнт може відправити такий запит, і трекер відповість так званою scrape-сторінкою.

Для запиту scrape-сторінки клієнт використовує HTTP GET метод, як у стандартного запиту описаного раніше, але по іншому URL'у. Щоб одержати scrape-url, потрібно проробити наступне. Шукаємо в announce-url останній символ '/' (слеш). Якщо текст безпосередньо наступний за '/' не 'announce', це ознака того, що трекер не підтримує scrape. У протилежному випадку, заміняємо 'announce' на 'scrape'.

Приклади: (announce-url -> scrape-url)

~http://example.com/announce -> ~http://example.com/scrape

~http://example.com/x/announce -> ~http://example.com/x/scrape

~http://example.com/announce.php -> ~http://example.com/scrape.php

~http://example.com/a -> (scrape не підтримується)

~http://example.com/announce?x2%0644 -> ~http://example.com/scrape?x2%0644

~http://example.com/announce?x=2/4 -> (scrape не підтримується)

~http://example.com/x%064announce -> (scrape не підтримується)

Цей стандарт зароздільован Bram'ом у списку розсилання BitTorrent development: <http://groups.yahoo.com/group/BitTorrent/message/3275>

Scrape-url може бути доповнений опціональним параметром 'info\_hash' з 20-байтовим значенням. Це обмежить відповідь трекеру scrape-сторінкою, що буде містити інформацію тільки про запитуваний торренті. У протилежному випадку, статистика віддається по всім торрентам, якими управляє трекер. Якщо це можливо, для зменшення навантаження на трекер і канал, використання параметра 'info\_hash' строго рекомендується.

Також, можна вказати кілька параметрів 'info\_hash', якщо трекер це підтримує. Поки це не є частиною офіційної специфікації, хоча вже стало стандартом де-факто. Приклад:

`http://example.com/scrape.php?info_hash=aaaaaaaaaaaaaaaaaaaa&info_hash=bbbbbbbbbbbbb  
bbbbbbbbbb&info_hash=cccccccccccccccccccc`

На scrape-запит трекер відповідає текстовим розділом (text/plain), іноді – стислим по методу gzip, що містить у собі хеш-таблицю в bencode-форматі з наступними ключами:

- files: Хеш-таблиця, що містить одну пару ключ/значення для кожного торренту, по якому є статистика. Якщо задано валідний параметр 'info\_hash', то таблиця містить одну пару ключ/значення. Кожний ключ – це 20-байтове бінарне значення 'info\_hash'. Значення ключа – це ще одна хеш-таблиця:

- complete: Число пірів, що мають всі файли торренту (сідери) (ціле);

- downloaded: Загальна кількість завершених завантажуваль, зареєстрованих трекером (реєструються при події 'event=complete', тобто коли клієнт закінчила завантаження торренту);

- incomplete: Число пірів, що не має всі файли торренту (личери) (ціле);

- name: (опціональний) Внутрішнє ім'я торренту, зазначене в ключі 'name' роздягнула 'info' торрент-файлу.

Зверніть увагу, що ця відповідь має три рівні вкладених хеш-таблиць. От Приклад:

`d5:filesd20:.....d8:completei5e10:downloadedi50e10:incompletei10eeee`

Де ..... – це 20-байтове значення параметра 'info\_hash' для торренту, зі статистикою: 5 сидерів, 10 лічерів і 50 завершених завантажуваль.

### **Неофіційні розширення до scrape**

Нижче описані ключі, які можуть використовуватися у відповіді, але їх немає в офіційній специфікації. Тому, поки вони є опціональними:

- failure reason: Текстова повідомлення про помилку, що повідомляє про те, чому запит не вдавсь (рядок). Клієнти, що обробляють цей ключ: Azureus;

- flags: Хеш-таблиця, що містить різноманітні прапори. Значення прапорів – це ще одна вкладена хеш-таблиця, що може містити:

- min\_request\_interval: Значення цього ключа – ціле число, що визначає, скільки секунд клієнт повинен чекати перед відправленням наступного scrape-запиту трекеру. Трекери, що посилають цей ключ: BNBT. Клієнти, які його обробляють: Azureus.

### **Протокол зв'язку між пірами (TCP)**

#### **Огляд**

Протокол зв'язку між пірами (далі, просто реєр-протокол) полегшує обмін шматками (pieces), перерахованих у торрент-файлі.

Зверніть увагу, що при описі реєр-протоколу в оригінальній специфікації використовується термін "шматок", однак це не той "шматок", що використовується при описі торрент-файлу. Тому, у цій специфікації буде використовуватися термін "блок" для позначення даних, якими обмінюються піри по мережі.

Клієнт повинен підтримувати інформацію про стан кожного з'єднання з вилученим піром:

- choked: чи Блокує (від англ. choke – душити, віджимати) вилучений реєр цього чи клієнта ні. Якщо реєр блокує клієнта, це означає, що реєр не буде відповідати на будь-який запит клієнта доти, поки не розблокує його. Клієнтові не слід намагатися запитувати блоки, тому що всі ці запити будуть зігноровані;

- interested: чи Зацікавлений вилучений реєр у чомусь, що може запропонувати клієнт. Це означає, що вилучений реєр почне запитувати блоки, коли клієнт розблокує його.

Зверніть увагу, що сам клієнт теж стежить і за тим, чи зацікавлений він у пірі (interested), а також, чи заблокований реєр чи клієнтом ні (choked/unchoked). Тому, реальний список виглядає приблизно так:

am\_choking: Клієнт блокує піру

am\_interested: Клієнт зацікавлений у пірі

peer\_choking: Реєр блокує клієнта

peer\_interested: Реєр зацікавлений у клієнті

Клієнт починає з'єднання як "заблокований" і "не зацікавлений". Іншими словами:

```
am_choking = 1
am_interested = 0
peer_choking = 1
peer_interested = 0
```

Блок завантажується клієнтом тоді, коли він зацікавлений у пірі, а peer, у свою чергу, не блокує клієнта. Блок віддається клієнтом тоді, коли він не блокує пір, і peer зацікавлений у клієнті.

Для клієнта важливо інформувати піри про те, чи зацікавлений він у них чи ні. Інформацію про цьому варто вчасно обновляти для кожного піру, навіть якщо клієнт ним заблокований. Це дозволяє пірам знати, чи почне клієнт завантаження, коли він його розблокує (і навпаки).

#### Типи даних

Якщо не зазначений інший спосіб, всі цілі числа в peer-протоколі кодуються як чотирьохбайтові значення в big-endian форматі. У тому числі й префіксний розмір всіх повідомлень, які приходять після установки зв'язку.

#### Потік повідомлень

Peer-протокол складається з початкової установки зв'язку і наступного обміну повідомленнями із префіксним розміром

#### "Рукоштовування" (handshake)

"Рукоштовування" – це обов'язкове й перше в потоці повідомлення, що повинен передати клієнт. Його розмір – це 49 байт + довжина pstr.

handshake: <pstrlen><pstr><reserved><info\_hash><peer\_id>

– pstrlen: Довжина рядка <pstr> (один байт);

– pstr: Строковий ідентифікатор протоколу;

– reserved: Вісім зарезервованих байт. Всі поточні реалізації заповнюють їхніми нулями. Кожний біт у цих байтах може використовуватися для зміни режиму роботи протоколу. У своєму email Брем пропонує використовувати молодші біти, щоб старші біти можна було використовувати для зміни значення молодших;

– info\_hash: 20-байтовий SHA 1-хеш ключа 'info' торрент-файлу. Це той же 'info\_hash', що передається в запитах трекеру;

– peer\_id: 20-байтовий рядок, використовується як унікальний ідентифікатор клієнта.

Це той же 'peer\_id', що передається в запитах трекеру (правда не завжди, наприклад Azareus не передає при включеній опції анонімності).

Для протоколу BitTorrent v1.0 дані такі:

pstrlen = 19 і pstr = "BitTorrent protocol".

Ініціатор з'єднання негайно посилає handshake-повідомлення. Адресат може відкласти відповідь ініціаторові, якщо він обслуговує трохи торрентів одночасно (торренти однозначно ідентифікуються по їх 'info\_hash'). Незважаючи на це, адресат повинен відповісти відразу, як тільки одержить значення поля 'info\_hash' у handshake-повідомленні. Трекерна функція NAT-перевірки не посилає поле 'peer\_id' при рукоштовуванні.

Клієнт повинен обірвати з'єднання, якщо одержав handshake-повідомлення з 'info\_hash' торренту, що він не обслуговує.

Якщо ініціатор з'єднання одержує handshake-повідомлення, у якому 'peer\_id' не збігається з очікуваним 'peer\_id', то ініціатор закриває з'єднання. Зверніть увагу, що ініціатор, очевидно, одержує інформацію про peer від трекеру, що містить у собі 'peer\_id' цього піру. Тому, peer\_id від трекеру й peer\_id при рукоштовуванні повинні збігатися.

#### Ідентифікатор піру (peer\_id)

peer\_id повинен бути довжиною в 20 байт.

Є дві основних угоди кодування інформації про клієнта і його версію в peer\_id: Azareus-стиль і Shadow-стиль.

В Azareus-стилі використовується наступне кодування:

'-'; два символи для ідентифікатора клієнта; чотири ASCII цифри для номера версії; '-'; випадкові числа.

Наприклад:

'-AZ2060-'...

Відомі клієнти, які використовують цей стиль кодування:

\*Далі йде список ID для відомих клієнтів\*

Клієнта, які зустрічаються в природі, але поки не ідентифіковані:

'BD' (Приклад: -BD0300-) 'NP' (Приклад: -NP0201-) 'w' (Приклад: -w2200-)

'hk' (example: -hk0010-) Chinese IP address, unrequestedly sends info dict in message 0x, reconnects immediately after being disconnected, reserved bytes = 01,01,01,01,00,00,02,01

В Shadow-стилі використовується наступне кодування: один альфа-цифровий ASCII символ, що ідентифікує клієнта; до п'яти символів для номера версії (розбивається за допомогою '-', якщо більше п'яти); три символи (звичайно '---', але не завжди); випадкові символи. Кожний символ у рядку з версією клієнта позначає число від 0 до 63: '0'=0, ..., '9'=9, 'A'=10, ..., 'Z'=35, 'a'=36, ..., 'z'=61, '.'=62, '-'=63.

Повний опис Shadow-стилю, включаючи інформацію про існуючі угоди, як кодувати версію трьома символами, можна знайти тут.

Наприклад:

'S58 B-B-----'... для клієнта Shadow's 5.8.11

Відомі клієнти, які використовують цей стиль кодування:

'A' – ABC

'O' – Osprey Permaseed

'Q' – BTQueue

'R' – Tribler

'S' – Shadow's client

'T' – BitTornado

'U' – UPn NAT Bit Torrent

Клієнт Bram'a зараз використовує такий стиль... 'M 3-4-2 -' або 'M 4-20-8-'.

BitComet робить щось інше. Його peer\_id складається із чотирьох символів ASCII "exbc", за яким ідуть два байти X і Y, а потім випадкові символи. X – десятковий (in decimal) номер версії до коми, а Y – відповідає за два десяткових знаки після коми. BitLord використовує ту ж схему, але додає, "LORD" після байтів версії. Неофіційний патч для BitComet переіменув "exbc" на "FUTB". Кодування ідентифікаторів піру в BitComet було наведено до стилю Azureus, як в BitComet версії 0,59.

XBT Client також має свій власний стиль. Його peer\_id складається із трьох заголовних символів "XBT" і потім впливають три ASCII цифри, що представляють номер версії. Якщо клієнт є відлагоджувальним складанням, сьомий байт – символ "d", у протилежному випадку це '-'.  
Після цього треба '-', а потім випадкові цифри, заголовні й малі літери. Приклад: "XBT054 d-d-" на початку буде означати відлагоджувальне складання версії 0.5.4.

Opera 8 previews і Opera 9.x releases використовують наступну схему peer\_id: Перші два знаки "OP", а далі чотири цифри означають номер складання. Всі наступні символи – випадкові шістнадцяткові цифри в нижньому регістрі.

MLdonkey використовує наступну peer\_id схему: перші символи – це "-ML", далі розділений крапкою номер версії, потім "-", і далі послідовність випадкових символів. Наприклад:

'-ML2.7. 2-kgjfkd "

Bits on Wheels використовує модель '- BOWxxx-уууууууууууу', де у – випадковий символ (заголовна буква), а x залежить від версії. Версія 1.0.6 має XXX = A0C.

Queen Bee використовує новий стиль Брама: "Q 1-0-0 – 'або' Q 1-10-0-", а далі послідовність випадкових байт.



BitTyrant є Azureus віткою, і просто використовує "AZ2500BT "+ випадкові байти, як peer ID в 1.1 версії. Помітьте: відсутнє тире.

TorrenToria версія 1.90 претендує бути або є похідна від Mainline 3.4.6. Його peer ID починається з '346 ---i ---i ---i ".

BitSpirit має кілька режимів peer ID. В одному режимі він читає ID пірів і переконнектуються, використовуючи перші вісім байт як основу для своїх власних ID. Його реальний ID відображається з використанням '\ 0 \ 3BS "(3 нотації), як перші чотири байти для версії 3.x и' \ 0 \ 2BS" – для версії 2.x. У всіх режимах ID кінці може закінчуватися як "UDP0".

Rufus використовує свою версію у вигляді десяткових ASCII значень для перших двох байт. Третій і четвертий байти – "RS". Потім впливають nickname користувача й деякі випадкові байти.

В G3 Torrent ID починається з '-G3' і додається до 9 символів nickname користувача.

FlashGet використовує Azureus стиль із "PG", але без замикаючого символу '-'. Версія 1.82.1002 – як і раніше використовує цифри версії 1.82: "0180".

BT Next Evolution походить від BitTornado, але намагається імітувати стиль Azureus. Результатом є те, що його peer ID починається з '-cB ", як і раніше з 4-значним номером версії, а потім триває трьома символами, які описують тип клієнта в стилі Shad0w peer ID.

AllPeers приймає SHA1 хеш залежний від користувача й заміняє перші кілька знаків на "3C" + рядок версії + "-".

Багато клієнтів використовують всі випадкові числа, або 12 нулів після випадкових чисел (наприклад, старі версії клієнта Bram'a).

### Повідомлення

Всі інші повідомлення в протоколі приймають форму <length prefix><message ID><payload>. Довжина префікса складається із чотирьох байт big-endian значення. Ідентифікатор повідомлення – це один десятковий символ. Корисне навантаження (payload) безпосередньо залежить від повідомлення.

keep-alive: <len=0000>

keep-alive повідомлення – це повідомлення з нульовими байтами, length prefix установлений у нуль. Не існує ідентифікатора повідомлення й ніякого корисного навантаження повідомлення не несе. Peer може закрити з'єднання, якщо він не одержують ніяких повідомлень (keep-alive або будь-якого іншого повідомлення) протягом певного періоду часу, тому keep-alive повідомлення націлене на підтримку зв'язку. Це час, звичайно дорівнює двом хвилинам.

choke: <len=0001><id=0>

Choke-повідомлення – це повідомлення фіксованої довжини без корисного навантаження.

unchoke: <len=0001><id=1>

Unchoke-повідомлення – це повідомлення фіксованої довжини без корисного навантаження.

interested: <len=0001><id=2>

Interested-повідомлення – це повідомлення фіксованої довжини без корисного навантаження.

not interested: <len=0001><id=3>

Non interested-повідомлення – це повідомлення фіксованої довжини без корисного навантаження.

have: <len=0005><id=4><piece index>

Have-повідомлення фіксованої довжини. Корисне навантаження – це з вказанням нулів ( zero-based) індекс шматка, що тільки що були успішно завантажений і перевірені за допомогою хешу.

Конструкторське зауваження: Це строге визначення, у реальності some games may be played. Зокрема, оскільки вкрай малоймовірно, щоб піри завантажували шматки, які вони

вже мають, peer може не рекламувати (advertise) наявність шматків пірам, які ці шматки мають. Придушення HAVE-повідомлень ("HAVE supression") як мінімум приведе до 50% скороченню числа повідомлень, а це скорочення приблизно на 25-35% накладних витрат протоколу (protocol overhead). У той же час, можливо доцільно відправити HAVE-повідомлення пірам, які вже мають цей шматок, оскільки він буде корисний у визначенні його рідкості.

Шкідливі піри також можуть вибирати оголошення (advertise) наявних шматків, які peer точно ніколи не завантажить. Due to this attempting to model peers using this information is a bad idea

bitfield: <len=0001+X><id=5><bitfield>

Bitfield повідомлення може бути спрямоване відразу ж після того, послідовність "рукостискань" буде завершена, і до будь-яких інших повідомлень. Воно є необов'язковим, і клієнтам, що не має шматки, немає потреби відсилати його.

Bitfield повідомлення змінної довжини, де X – це довжина bitfield'a. Корисне навантаження повідомлення – bitfield подання шматків, які були успішно завантажені. Старший розряд у першому байті відповідає шматку з індексом 0. Біти, які порожні вказують зниклий шматок, а встановлені біти позначають валідні й доступні шматки. Запасні біти наприкінці встановлюються в нуль.

Bitfield невірної довжини вважається помилковим. Клієнти повинні розірвати з'єднання, якщо вони одержують bitfields невірного розміру, або якщо bitfield має довільний набір запасних біт.

request: <len=0013><id=6><index><begin><length>

Повідомлення-Запит фіксованої довжини, використовується для запити блоку. Корисне навантаження повідомлення містить наступну інформацію:

index: ціле число, що визначає із вказівкою нулів (zero-based) індекс шматка

begin: ціле із вказівкою нулів зсув байтів усередині шматка

length: ціле число, що визначає запитовану довжину.

This section is under dispute! Please use the discussion page to resolve this!

View 1. Відповідно до офіційних специфікацій, "Всі поточних реалізацій використовують  $2^{15}$  (32КВ) шматки, і закривають з'єднання, які запитують кількість даних більше  $2^{17}$  (128Кб)." Уже у версії 3 або 2004, це поведження було змінено на використання  $2^{14}$  (16Кб) блоків. Починаючи з версії 4.0 або mid-2005, з'єднання в Mainline при запитах більше, ніж  $2^{14}$  (16Кб), і деякі клієнти пішли цьому прикладу. Помнете, що block-запити менше, ніж шматки ( $\geq 2^{18}$  байт), тому будуть необхідні численні запити, щоб скачати весь шматок.

Властиво, специфікація дозволяє  $2^{15}$  (32Кб) запити. Реальність така, що всі клієнти починаючи із сьогоденного моменту будуть використовувати  $2^{14}$  (16Кб) запити. Через клієнтів, які прив'язані до такого розміру запитів, рекомендується реалізовувати програми, що роблять запити саме такого розміру. Менші розміри запитів приводять до підвищення накладних витрат у зв'язку зі збільшенням кількості необхідних запитів, проектувальники радять не робити розмір запитів менше, ніж  $2^{14}$  (16Кб).

Вибір граничного розміру запитованого блоку не дуже ясний. Mainline версії 4 здійснює 16 Кб-Іе запити, більшість клієнтів будуть використовувати цей розмір. У той же час розмір  $2^{14}$  (16Кб) представляється підлоги-офіційним (наполовину офіційним, тому що офіційна розділяція протоколу не обновлялася), тому, по суті, неправильним (не відповідної специфікації). У той же час, дозвіл бо'льших запитів розширює набір можливих пірів, і при виключенні дуже низької пропускної здатності з'єднання ( $<256\text{кб/сек}$ ), кілька блоків буде завантажене в один choke-timerperiod, у такий спосіб просте приписання старої межі розміру блоку викликає мінімальне погіршення роботи. Через цього фактора, рекомендується тільки старе  $2^{17}$  (128 КБ) максимальне обмеження розміру.

View 2. Поточна версія має принаймні наступні помилки: Mainline почали використовувати  $2^{14}$  (16384) байт запити, коли він був єдиним з існуючих клієнтів, тільки

"офіційна специфікація" усе ще говорила про застарілому 32768-байтовому значенні, що не було в дійсності ні розміром значення за замовчуванням, ні дозволим максимумом. У версії 4 поведінка запитів не змінилася, але максимально припустимий розмір запиту став рівним значенню розміру за замовчуванням. В останній версії Mainline максимум змінився до 32768 (помітьте, що ця перша поява 32768 або для значення за замовчуванням, або для максимального розміру запиту з моменту появи першої версії). Твердження: "більшість старих клієнтів використовують 32КВ запити" – є помилковим. Обговорення запитів не приймає наслідки латентності до уваги.

piece: <len=0009+X><id=7><index><begin><block>

Рієсе-повідомлення змінної довжини, де X – довжина блоку. Корисне навантаження повідомлення містить наступну інформацію:

- index: ціле визначальне із вказівкою нулів індекс шматка;
- begin: ціле, що визначає із вказівкою нулів байтове зсув усередині шматка;
- block: блок даних, що є підмножина шматка з певним індексом.

cancel: <len=0013><id <= 8><index><begin><length>

Cancel-повідомлення фіксованої довжини, використовується для скасування блокування запитів. Корисне навантаження повідомлення ідентичне тої, котра була в "повідомленні-запиті" ("request" message). Повідомлення звичайно використовується під час стратегії "Кінця гри" (End game).

port: <len=0003><id=9><listen-port>

Port-повідомлення відсилається за допомогою нових версій Mainline, що реалізує DHT Tracker. Порт для прослуховування є портом який DHT вузол прослуховує. Цей реєр повинен бути вставлений у локальну таблицю маршрутизації (якщо DHT Tracker підтримується).

## Алгоритми

### Черги

View 1. Взагалі пірам рекомендується тримати кілька невиконаних запитів для кожного з'єднання. Інакше повний круговий обіг повідомлення (туди-назад, round trip, RT) зажадає завантажити блок до завантаження нового блоку (круговий обіг РІЕСЕ-повідомлення, і далі REQUEST-повідомлення). У зв'язку з високим BDP (результат затримки смуги пропускання, високої латентності або high bandwidth), це може привести до істотної втрати ефективності.

Конструкторське зауваження: Це найбільш важливий показник продуктивності. Статична черга з 10 заявок є прийнятною для 16 Кб-их блоків при зв'язку 5 мб/сек з латентності 5 мс. Стає дуже розповсюдженим зв'язок з великою пропускнуою здатністю, так це підштовхує проєктувальників інтерфейсів передбачати можливість змін.

View 2. більша частина інформації в розділі "Черги" є помилковою або вводять в оману. Просто до відома, що "установки за замовчуванням для 5 вихідних запитів" не можуть бути вірними в плінні довгого часу, "32 КВ блоки" – є помилковими, оскільки ви, як правило, не використовуєте 32 КБ блоки, і набудовуєте довжину черги, змінивши цей параметр (видимий розмір блоку) і намагаєтеся виміряти ефект, це погана ідея.

### Супер-сідкування

Властивість супер сід (super-seed) в і над S-5.5 є новим алгоритмом сідкування, спроектованим для допомоги ініціаторові торренту з обмеженою пропускнуою здатністю "завантажувати" великий торрент, зменшуючи кількість обсягу даних, необхідних для вивантаження (upload) і для породження нових сідів у торренті.

Коли клієнт-сід переходить у режим "супер-сід", він не буде виступати в якості стандартного сиду, але маскується як звичайний клієнт без яких-небудь даних. Як тільки клієнти підключаться до нього, він буде інформувати їх про те, що він одержав шматок – шматок, що ніколи посилав, або, якщо всі шматки вже послав, він є дуже рідким. Це спонукає клієнта до спроби скачати тільки цей шматок.

Коли клієнт закінчив завантаження шматка, сід не буде інформувати його про будь-які інші шматки доти, поки він бачить ці шматки відіслані раніше, принаймні в одного

іншого клієнта. Доти, клієнт не буде мати доступ до будь-яких інших шматків, і тому не буде витрачатися пропускна здатність сіду.

Цей метод привів до набагато більше високої ефективності сідування, за допомогою примуса пірів в одержанні тільки найрідших даних, це й скорочення надлишкової кількості посилаємих даних, і обмеження обсягу даних, що посилаються пірам, які не сприяють поширенню цих даних (do not contribute to the swarm). До цього, сід повинен був вивантажити від 150% до 200% від загального розміру торренту перед тим як інші клієнти стають сідами. Проте, великий торрент, сідуємий єдиним клієнтом, запущеним у режимі 'супер сід' у стані зробити це тільки після 105% вивантаження даних. Це на 150-200% ефективніше, ніж при використанні стандартних сідів.

Режим 'супер-сід' не рекомендується для повсюдного використання. Хоча він допомагає в поширенні більших рідких даних, оскільки він обмежує вибір шматків, які клієнт може завантажувати, він також обмежує можливості цих клієнтів, у плані завантаження даних для вже частково отриманих шматків <з даного сіду>. Таким чином, супер-сід режим рекомендується тільки для ініціюючих сідування серверів.

### **Стратегія завантаження шматків**

#### **Клієнти можуть вибирати для завантаження шматки у випадковому порядку**

Краща стратегія полягає в тім, щоб завантажувати найрідші шматки в першу чергу. Клієнт може визначити їх за допомогою зберігання первісного bitfield кожного піру й наступних їхніх відновлень при одержанні have-повідомлень. Потім клієнт може скачати шматки, що зустрічаються з мінімальною частотою в bitfield'ах пірів. Помітьте, що будь-яка стратегія визначення найбільш рідкого шматка (Rarest First стратегія) повинна включати елемент випадкового вибору з, принаймні, декількох найбільш рідких шматків, тому що одночасна спроба багатьох клієнтів перейти до того самого "самого рідкого" шматку є непродуктивною.

#### **Кінець гри (End game)**

Коли завантаження майже завершене, є присутньою тенденція повільного завантажування останніх декількох блоків. Для прискорення цієї операції, клієнт посилає запити про всі свої загублені блоки всім своїм пірам. Щоб це не стало жакливо неефективно, при стрибку необхідного блоку клієнт посилає cancel-повідомлення всім іншим пірам.

Існують не роздільовані граничні значення, рекомендовані відсотки, або кількість блоків, які повинні використовуватися як орієнтир або як Recommended Best Practice.

Коли переходити до стратегії "Кінець гри" – питання спірний і вимагає обговорення. Деякі клієнти переходять до стратегії "Кінець гри", коли всі шматки були запитані. Інші чекають доти, поки кількість незавантажених блоків (blocks left) стане менше, ніж кількість переданих блоків (blocks in transit, очевидно запитаних, але не прийнятих), і не більш ніж 20. Ідея зберегти кількість незакінчених блоків до 1 або 2 блоків представляється гарною для мінімізації накладних витрат, і якщо ви випадковим образом запитуєте блоки, то маєте низькі шанси скачати дублікати. Докладніше про протокольні витрати (protocol overhead), можна прочитати тут: <http://hal.inria.fr/inria-00000156/en>

#### **Блокування (Choking) і оптимістичне розблокування (Optimistic Unchoking)**

Блокування (Choking, удушення, засміття) відбувається з кількох причин. Відстеження перевантажень в TCP відбувається дуже погано, коли одночасно відбувається відсилання через кілька з'єднань. Крім того блокування дозволяє кожному піру використовувати алгоритм "зуб за зуб" (for-tat-ish) для одержання доброї швидкості завантажування.

Описаний нижче алгоритм блокувань застосовується на справжній момент. Надто важливо, щоб всі наступні алгоритми однаково добре працювали й у їхніх мережах, що в повністю використовують, і в мережах, великою частиною що використовують поточний алгоритм.

Є кілька критеріїв гарного алгоритму блокування, яким він повинен задовольняти. Він повинен обмежити число одночасних віддач для гарної продуктивності TCP. Алгоритм

повинен дозволяти уникнути частого чергування блокування й розблокування, такий механізм відомий як "фібриляція" (known as 'fibrillation'). Алгоритм припускає "оплату" пірам, які дозволяють <клієнтові> завантажувати. Нарешті, алгоритм повинен з деякою частотою випробовувати невикористовувані з'єднання, щоб перевірити краще вони використовуваних у цей час чи ні, такий механізм називається оптимістичним розблокуванням (optimistic unchoking).

Поточний алгоритм блокування уникає фібриляції змінюючи заблоковані піри не частіше ніж раз в 10 секунд.

Піри, що мають кращу швидкість віддачі (у порівнянні зі завантажуючими), але не зацікавлені ... Коли вони стає зацікавленим, піри, що здійснюють завантаження з поганою швидкістю віддачі, відключаються. Якщо клієнт має повний екземпляр файлу, він ґрунтується на швидкості віддачі...

#### **Офіційні розширення протоколу**

На сучасний момент є кілька офіційних розширень протоколу.

#### **Розширення "Fast Peers"**

Зарезервований біт: третій біт в 8-ом захищеному байті (reserved byte), тобто reserved[7] |= 0x04

Специфікація роздільована на сайті BitTorrent тут:  
[http://bittorrent.org/beps/bep\\_0006.html](http://bittorrent.org/beps/bep_0006.html)

#### **Розподілені хеш-таблиці (Distributed Hash Table)**

Зарезервований біт: останній біт в 8-ом захищеному байті (reserved byte), тобто reserved[7] |= 0x01

Це розширення дозволяє пірам працювати без використання стандартного трекеру. Peer, що реалізує цей протокол, сам стає "трекером" і зберігає списки інших вузлів/пірів, які можуть використовуватися для знаходження нових пірів.

Специфікація роздільована на сайті BitTorrent тут:  
[http://bittorrent.org/beps/bep\\_0005.html](http://bittorrent.org/beps/bep_0005.html)

#### **Шифрування з'єднання**

Це розширення дозволяє створювати зашифровані з'єднання між пірами. Це може допомогти обійти обмеження, які накладають деякі провайдери інтернету на BitTorrent-трафік.

Специфікація описана в Wiki проекту Azureus:  
[http://www.azureuswiki.com/index.php/Message\\_Stream\\_Encryption](http://www.azureuswiki.com/index.php/Message_Stream_Encryption)

Розділяція є досить повної, однак потрібно уточнити пари моментів щодо шифрованих з'єднань: коли вони повинні прийматися й відкрит до звичайних з'єднань у випадку невдачі при встановленні шифрованих з'єднань.

#### **Неофіційні розширення протоколу**

#### **Протокол повідомлень Azureus**

Зарезервований біт: 1.

#### **WebSeeding**

Можливість роздавати торрент через веб-сервер звичайно називається WebSeeding. Вона дозволяє HTTP-серверу виступати в ролі піру в BitTorrent мережі.

#### **Протокол розширень**

Зарезервований біт: 44, четвертий найбільш значимий біт в 6-ом зарезервованому байті, тобто reserved[5] |= 0x10.

#### **Розширення протоколу переговорів**

Зарезервовані біти: 47 і 48.

Зарезервований біт: 21.

Протокол, що враховує місце розташування піру (у географічному змісті), для кращої продуктивності. Специфікація може бути знайдена тут – [http://wiki.theory.org/BitTorrent\\_Location-aware\\_Protocol\\_1.0\\_Specification](http://wiki.theory.org/BitTorrent_Location-aware_Protocol_1.0_Specification)

#### **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. Панель швидкого доступу до основних функцій менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent, 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.
3. 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.
4. Основна панель менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent:
  - 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, 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).
5. Вікно завантажень:
  - Ім'я файлу.
  - Стан завантаження.
  - Розмір файлу.
  - Скільки залишилося об'єму даних для завантаження файлу.
  - Швидкість завантажень.
  - Коментарі.
6. Блок основних функцій менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent, якій розташовується у треї.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent; Досліджена система менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи менеджера завантажень з використанням протоколу BitTorrent; Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання менеджера завантажень з використанням 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. 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». Центральноросійський 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. 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).
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. Центральноросійський 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. Центральноросійський 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., 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 025.171

А. Титченко, здобувач гр. ІС 23-М

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## КЛЮЧОВІ ТЕМАТИЧНІ НАПРЯМКИ ТА УНІКАЛЬНІ ЕКСПОНАТИ КОЛЕКЦІЇ В ОБЛАСНІЙ УНІВЕРСАЛЬНІЙ НАУКОВІЙ БІБЛІОТЕКІ ІМ. Д. І. ЧИЖЕВСЬКОГО

Проаналізовано етапи створення бібліотечних фондів, їх змістову структуру та унікальні видання, що увійшли до складу колекцій. Розглянуто основні напрямки дослідження бібліотек, включно з реставрацією, каталогізацією та цифровізацією фондів. Особливу увагу приділено аналізу таких складових: рідкісні книги XVII–XX століть, рукописи, особисте листування, роботи самого Д.І. Чижевського та дисертації його учнів. Також розглянуто важливі аспекти функціонування архівів, що супроводжують бібліотеки, зокрема збереження рукописів, автографів відомих діячів та картотек. Здійснено аналіз проблем, пов'язаних із втратою частини фондів і перспектив їх подальшого вивчення та популяризації.

**ОУНБ імені Дмитра Івановича Чижевського, реставрація, зберігання, рідкісні книги, колекція, рукопис, листування, автограф, Галле, Гейдельберг**

**Постановка проблеми.** Життя і наукова діяльність видатного українського вченого Дмитра Івановича Чижевського залишили вагомий слід у світовій славістиці, філософії, богослов'ї та культурології. Питання збереження, дослідження та систематизації його бібліотек, сформованих у Галле та Гейдельберзі, є актуальними для сучасних гуманітарних студій. Важливість цих фондів полягає у їхній унікальності, багатстві змісту та значенні для подальшого розвитку української і світової науки.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідження бібліотек Д.І. Чижевського проводиться з 1990-х років, коли фонд у Галле був відкритий для науковців. Каталоги бібліотеки вперше створено ще у 1946–1947 роках, проте лише у 2001 році вони стали доступні онлайн, а в 2003 році – опубліковані в друкованому форматі. Унікальні видання XVII–XX століть, праці слов'янських і німецьких філософів, рідкісні богословські та мовознавчі тексти залишаються предметом наукового інтересу. Гейдельберзька бібліотека, зібрана пізніше, містить понад 12 000 книг, серед яких численні рідкісні видання, архіви та особисті документи. Дослідники, такі як Вольфганг Янцен, активно працювали над поверненням частини втрачених видань.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є аналіз змісту та структури Галльської та Гейдельберзької бібліотек Д.І. Чижевського, а також окреслення їхнього значення для сучасної науки.

Основними завданнями є:

- вивчення основних етапів формування бібліотеки Д. Чижевського;
- систематизація унікальних видань і рідкісних екземплярів, що увійшли до фондів;
- аналіз рукописів, листування та інших архівних матеріалів;
- визначення перспектив подальшого дослідження та реставрації бібліотечних фондів.

**Виклад основного матеріалу.** У 2009 році фонди бібліотеки поповнились виданнями з особистої бібліотеки Дмитра Чижевського зібраної в період з 1945 року і до 1977 року

(Гайдельберзької бібліотеки). 297 примірників універсальних за змістом, з них 228 книг, 69 періодичних видань.

Таблиця 1.

## Тематичне спрямування колекції

	Назв	Примірників	%
0. Наука та знання в цілому	4	5	1,7
1. Філософія. Психологія	6	6	2
2. Релігія. Теологія (богослов'я)	7	7	2,4
3. Суспільні науки. Політика. Економіка. Право	6	6	2
4. Математика. Природничі науки	95	95	32
5. Прикладні науки. Медицина. Техніка. Сільське господарство	6	6	2
6. Мистецтво. Архітектура. Ігри. Спорт	1	1	0,3
7. Мова. Мовознавство. Художня література. Літературознавство	86	145	48,8
8. Географія . Біографії . Історія	26	26	8,8

**Галльська бібліотека.** Формування бібліотеки у місті Галле тривало з 1920-х років до 1945 року.

До фонду увійшли:

- рідкісні книги XVII–XX століть (богословські праці, слов'янознавчі дослідження, філософські тексти);
- старовинні біблії та словники;
- роботи Д. Чижевського та його учнів.

Після Другої світової війни бібліотека була реквізована й передана до університету в Галле. Каталог налічує 6283 найменування книг 20 мовами. У 1990-х роках почалися дослідження фонду, а згодом було запущено проекти реставрації та оцифрування.

**Гейдельберзька бібліотека**

Перебуваючи у Гейдельберзі після 1945 року, Дмитро Чижевський сформував ще масштабнішу бібліотеку, що включала понад 12 000 книг, серед яких:

- видання до 1900 року;
- роботи Яна Амоса Коменського та з протестантської теології XVII–XVIII століть;
- рукописи, чернетки, картотеки та особисте листування (30 000 листів);
- автографи відомих діячів: Ф.А. Степун, Г.В. Флоровський, Р. Якобсон.

На жаль, у 2004 році частина фонду була продана букіністам, а унікальні видання розійшлися по приватних колекціях.

**Унікальні та цінні екземпляри**

Серед найцінніших матеріалів обох бібліотек слід виділити:

- роботи самого Д.І. Чижевського з автографами;
- дисертації учнів і колег вченого;
- серії видань, редаговані Д. Чижевським;
- листівки із прозою художника С. Шаршуна;
- книги з дарчими написами відомих науковців і культурних діячів того часу.

### **Висновок**

Бібліотеки Дмитра Івановича Чижевського у Галле та Гейдельберзі є надзвичайно цінними для дослідження історії науки, філософії та культури. Незважаючи на часткові втрати, ці фонди продовжують зберігати унікальні рукописи, книги й архіви. Подальше вивчення, реставрація й каталогізація матеріалів є важливим завданням для сучасних дослідників, оскільки це сприятиме глибшому осмисленню спадщини видатного українського вченого.

### **Список літератури**

1. Про бібліотеки і бібліотечну справу: Закон України від 27.01.1995. Поточна редакція 01.01.2022. База даних «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/32/95-%D0%B2%D1%80#Text> .
2. Дмитро Іванович Чижевський і його сучасники. Листи, спогади / укл.: Ірина Валявко, Олександр Чуднов, Володимир Янцен. Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2013. 527 с.
3. Дмитро Чижевський: особистість і творчість (до 125-річчя від дня народження): бібліографічний покажчик (з фондів ОУНБ ім. Д.І.Чижевського) / Департамент культури, туризму та культурної спадщини Кіровоградської обласної державної адміністрації, Обласна універсальна наукова бібліотека ім. Д.І.Чижевського, м. Кропивницький; укл. О.Е.Нельга, Н.П. Пивовар; ред. Н.Ф.Калашнікова, О.П.Сергеева; відп. за вип. Є.Г. Літвінова. Кропивницький, 2019. 132 с.
4. Зеленська Н.М. Видання зі штампами дореволюційних навчальних закладів Єлисаветграда у фондах бібліотеки ім. Д.Чижевського. Київ, 2013. 8–9.
5. Офіційний веб-сайт ОУНБ ім. Д. І. Чижевського. URL : <https://library.kr.ua/> .

УДК 025.171

О. Декусар, здобувач гр. ІС 23-М

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## КЛЮЧОВІ ТЕМАТИЧНІ НАПРЯМКИ ТА УНІКАЛЬНІ ЕКСПОНАТИ КОЛЕКЦІЇ «ВІДОМОСТІ ПРО СКЛАД ХЕРСОНСЬКОГО ВІЙСЬКОВОГО ПОСЕЛЕННЯ 1831 РОКУ» АНАТОЛІЯ ПИВОВАРА В ОБЛАСНІЙ УНІВЕРСАЛЬНІЙ НАУКОВІЙ БІБЛІОТЕЦІ ІМ. Д. І. ЧИЖЕВСЬКОГО

Колекція Анатолія Пивовара, розміщена в обласній універсальній науковій бібліотеці ім. Д. І. Чижевського, є надзвичайно важливим джерелом для дослідження різних аспектів історії України. Ця унікальна збірка архівних матеріалів охоплює кілька ключових тематичних напрямків, що стосуються як загальнонаціональних, так і регіональних подій, явищ і процесів. Її багатство вміщує документи, які дозволяють поглибити знання про соціально-економічний розвиток, культурну еволюцію, військову організацію та політичну історію України.

**ОУНБ імені Дмитра Івановича Чижевського, тематичний напрямок, унікальний експонат, колекція, Анатолій Пивовар**

**Постановка проблеми.** Історичні документи є важливими джерелами для реконструкції подій, явищ та процесів минулого. Збереження і дослідження таких архівів, як колекція Анатолія Пивовара, є надзвичайно важливим для формування об'єктивної картини історії України. Проблема полягає в недостатньому науковому осмисленні цієї колекції, зокрема в дослідженні її ключових тематичних напрямків та унікальних експонатів, що представляють значну історичну та культурну цінність. Вивчення матеріалів колекції є актуальним завданням, оскільки вони сприяють заповненню прогалів у наукових знаннях про соціально-економічні, культурні й політичні аспекти історії України.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання вивчення історичних документів військових поселень, соціальної історії Півдня України та культурної спадщини перебуває в полі уваги багатьох дослідників. Праці, присвячені адміністративному управлінню військовими поселеннями, зокрема дослідження політики Російської імперії щодо поєднання військової служби та господарської діяльності, знайшли відображення в роботах українських істориків. Однак детальний аналіз матеріалів, таких як "Відомості про склад Херсонського військового поселення 1831 року", залишається недостатньо вивченим. Колекція Анатолія Пивовара згадується в наукових публікаціях, присвячених локальній історії та регіональним дослідженням, але її унікальні матеріали потребують більш глибокого міждисциплінарного аналізу.

**Мета й завдання дослідження.** Метою дослідження є вивчення ключових тематичних напрямків і унікальних експонатів колекції Анатолія Пивовара, що зберігається в обласній універсальній науковій бібліотеці ім. Д. І. Чижевського, для розширення уявлень про соціально-економічну, культурну та політичну історію України.

*Завдання дослідження:*

- Проаналізувати тематичну структуру колекції.
- Виокремити унікальні документи та визначити їхню історичну й наукову

цінність.

- Дослідити, як матеріали колекції сприяють вивченню військових поселень, культурного розвитку та регіональної історії.
- Сформулювати рекомендації щодо подальшого використання та популяризації колекції.

**Виклад основного матеріалу.** Колекція Анатолія Пивовара охоплює широкий спектр документів, що відображають різні аспекти життя українського суспільства.

Документи колекції охоплюють низку важливих тематичних напрямків: військова історія – матеріали, що відображають діяльність військових поселень, зокрема Херсонського військового поселення, його структуру та адміністративну організацію; соціально-економічні аспекти – документи про соціальний статус, економічну активність і побут військових поселенців; демографія – відомості про чисельність, етнічний склад і соціальний стан населення, яке проживало на території військових поселень; адміністративне управління – накази, розпорядження та інструкції, які висвітлюють систему управління поселеннями та їх інтеграцію в державний устрій; культурна спадщина – записи про освітні, релігійні та культурні аспекти життя військових поселенців.

Як зазначалося, важливим тематичним напрямком є історія військових поселень, представлена документами, які містять детальні дані про демографічний склад, соціальні обов'язки та економічний стан мешканців. Ці матеріали дозволяють дослідити не лише систему управління військовими поселеннями, а й побут, умови праці та взаємини між різними групами населення.

Соціально-економічні документи колекції розкривають питання господарської діяльності в регіоні, включаючи сільське господарство, ремесла й торгівлю. Вони дають змогу оцінити вплив військових поселень на економічний розвиток південноукраїнських земель. Зокрема, статистичні звіти дозволяють реконструювати картину забезпечення поселень ресурсами та їх інтеграцію в імперську економічну систему.

Культурно-просвітницький напрямок представлений рідкісними документами, які свідчать про розвиток освіти, бібліотечної справи та культурних ініціатив. Ці матеріали показують, як формувалася національна ідентичність у контексті імперської політики.

**Унікальні та цінні екземпляри.** Одним із найцінніших експонатів є "**Відомості про склад Херсонського військового поселення 1831 року**", які є важливим джерелом для вивчення демографії, соціальної структури й економічного функціонування військових поселень. Документ відображає чисельність населення, їхній соціальний статус, а також організацію господарського життя, що дозволяє дослідити не лише адміністративну політику, а й повсякденне життя мешканців.

Цей документ вирізняється: детальністю інформації – містить іменні списки, професії, соціальний статус і військові звання мешканців поселення; хронологічною цінністю – відображає стан поселення у ключовий період його розвитку, що дозволяє аналізувати трансформації в адміністративно-територіальній системі Російської імперії; рідкісністю – аналогічні документи збереглися лише частково, що робить цей експонат унікальним для вивчення історії регіону; аналітичним потенціалом – дає змогу дослідити демографічні та соціальні характеристики населення, а також роль військових поселень у забезпеченні державної безпеки та економіки.

### **Висновок**

Колекція Анатолія Пивовара, що зберігається в обласній універсальній науковій бібліотеці ім. Д. І. Чижевського, є безцінним джерелом для дослідження історії України. Її унікальні документи сприяють розумінню ключових історичних процесів, таких як функціонування військових поселень, соціально-економічний розвиток регіонів та формування національної ідентичності. Міждисциплінарний підхід до аналізу матеріалів колекції дозволяє відновити багатогранну картину минулого, сприяє збереженню культурної спадщини та відкриває нові перспективи для історичних досліджень.

## Список літератури

1. Кулешов С. До проблеми віднесення документів Національного архівного фонду України до унікальних. Студії з архівної справи та документознавства. 2008. (16), 15–29.
2. Офіційний веб-сайт ОУНБ ім. Д. І. Чижевського. URL : <https://library.kr.ua/> .
3. Пивовар Анатолій Васильович. Поселення Херсонської губернії за повітовими алфавітами / А. Пивовар ; наук. ред. Д. С. Вирський. К. : Академперіодика, 2009. 91 с. : табл., карти.
4. Про бібліотеки і бібліотечну справу: Закон України від 27.01.1995. Поточна редакція 01.01.2022. База даних «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/32/95-%D0%B2%D1%80#Text> .
5. Про Національний архівний фонд та архівні установи. Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3814-12#Text>.
6. Чуднов О. В. Кіровоградщина. Історія. Традиції. Сучасність. Кіровоград: Імекс-ЛТД, 2008. 264 с.

УДК 339.138

Ю. Ткаченко, здобувач гр. ІС 23-М

Центральноукраїнський національний технічний університет

## АНАЛІЗ АКТИВНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ КОМУНІКАЦІЙНИХ ПЛАТФОРМ ЗАКЛАДІВ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ У ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Проаналізовано активність та ефективність використання комунікаційних платформ закладами середньої освіти у цифровому середовищі. Висвітлено сучасний стан впровадження цифрових технологій у комунікаційній діяльності закладів, їхні основні інструменти, такі як офіційні вебсайти, соціальні мережі, месенджери. Розроблено рекомендацій щодо вдосконалення цифрових стратегій, підвищення ефективності комунікації з аудиторією та покращення іміджу освітніх установ.

**комунікаційні платформи, заклади середньої освіти, цифрове середовище, вебсайт, соціальні мережі, месенджери, цифрові стратегії**

**Постановка проблеми.** Актуальність дослідження полягає в тому, що в умовах зростаючої ролі цифрових технологій необхідно не лише аналізувати стан використання комунікаційних платформ у закладах середньої освіти, але й розробляти ефективні підходи до їх вдосконалення. Це сприятиме підвищенню якості освітніх послуг, забезпеченню прозорості діяльності закладів освіти та зміцненню їхніх позицій у цифровому середовищі.

Дослідження проблеми дозволяє виявити слабкі сторони у функціонуванні комунікаційних платформ, запропонувати рішення для покращення їх ефективності, а також сприяти формуванню сучасної системи освітньої комунікації, яка відповідає потребам усіх учасників освітнього процесу.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Тема активності та ефективності комунікаційних платформ у закладах середньої освіти активно досліджується у роботах Белічкенко Л. О. [2], Ворожбит А. В. [3], Гаврилюк О. В. [4], Захарченко В. І. [6] та інших, що пов'язано із впровадженням цифрових технологій в освітню сферу. Значну увагу сучасних науковців привертають питання використання вебсайтів та соціальних мереж як інструментів комунікації. Це, зокрема, дослідження Мельник А. І. [9], Гречаник О. Є. [5], Балик І. В. [1] та ін. Дослідження Шевчук А. присвячене безпосередньо «розвитку цифрових стратегій у середніх школах Кропивницького району» [12].

Проте аналіз останніх публікацій дозволяє визначити, що існує значний науковий інтерес до теми ефективності комунікаційних платформ, але питання їхнього впровадження в конкретних регіонах, таких як Кіровоградський район, досліджені недостатньо. Це визначає необхідність проведення детального аналізу стану активності комунікаційних платформ місцевих закладів середньої освіти з урахуванням їхніх особливостей та потреб.

**Мета й завдання дослідження.** Мета дослідження: визначити рівень активності та оцінити ефективність використання комунікаційних платформ закладами середньої освіти в умовах цифровізації, а також розробити рекомендації для вдосконалення їхньої діяльності у цифровому середовищі.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасний стан використання цифрових комунікаційних платформ у закладах середньої освіти.
2. Оцінити ефективність комунікаційних платформ закладів освіти.
3. Розробити рекомендації для підвищення ефективності цифрової комунікації закладів середньої освіти.

Дослідження спрямоване на удосконалення цифрової взаємодії між закладами середньої освіти та їх цільовими аудиторіями, сприяючи розвитку сучасної освітньої комунікації.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасний розвиток цифрових технологій вимагає від закладів загальної середньої освіти активної присутності у цифровому середовищі. Комунікаційні платформи, такі як вебсайти, соціальні мережі, месенджери та освітні портали, є ключовими інструментами взаємодії з учнями, батьками та громадськістю.

Більшість закладів мають офіційні вебсайти, де публікується інформація про розклад, заходи, досягнення учнів та новини закладу. При цьому наявні такі проблеми: нечасті оновлення, складна навігація, обмежена інтерактивність.

Для закладів середньої освіти Кропивницького району характерним є широке використання платформ, таких як Facebook та Instagram, для публікації новин, фото та відеозвітів про заходи. Їх переваги: швидке охоплення аудиторії, можливість зворотного зв'язку. Недоліки: нерегулярність публікацій, відсутність цільової стратегії.

Використання платформ, таких як Google Classroom чи Zoom, значно зросло під час пандемії. Ці сервіси забезпечують доступ до навчальних матеріалів, зручне проведення уроків і комунікацію між учнями та вчителями.

Актуальним для шкіл є і використання Viber, Telegram та WhatsApp для оперативного інформування батьків і вчителів. Ефективність залежить від налагодженої системи адміністрування.

У сучасних умовах цифрової трансформації освіти заклади середньої освіти стикаються з необхідністю адаптації до нових викликів інформаційного суспільства. Комунікаційні платформи, такі як офіційні вебсайти, соціальні мережі, освітні портали та месенджери, стають важливими інструментами взаємодії між школами, учнями, батьками та громадськістю.

Однак аналіз показує, що не всі заклади середньої освіти ефективно використовують можливості цифрових технологій. Часто зустрічаються проблеми, такі як: нерегулярне оновлення інформації на вебсайтах і сторінках у соціальних мережах; недостатній рівень інтерактивності та зворотного зв'язку з аудиторією; відсутність узгодженої контент-стратегії, яка б відповідала сучасним потребам освітнього процесу; низький рівень цифрової грамотності персоналу, відповідального за управління платформами; технічні обмеження, що перешкоджають повноцінному використанню сучасних інструментів цифрового маркетингу.

Ці проблеми обмежують потенціал цифрових комунікацій у школах та негативно впливають на формування їхнього позитивного іміджу, залучення цільових аудиторій і ефективність взаємодії з ними.

Для покращення активності та ефективності комунікацій закладів середньої освіти у цифровому середовищі необхідною вважаємо розробку чіткої контент-стратегії для кожної комунікаційної платформи. Рекомендовано регулярне оновлення інформації на вебсайтах та в соціальних мережах; проведення тренінгів для працівників шкіл з цифрової грамотності; використання інструментів аналітики для моніторингу активності та залучення аудиторії; співпраця з IT-спеціалістами для покращення технічної складової комунікаційних платформ.

### **Висновок**

Аналіз комунікаційної активності показує значний потенціал цифрових платформ для поліпшення взаємодії освітніх закладів із цільовими аудиторіями та сприяє формуванню сучасного іміджу закладів середньої освіти.

### **Список літератури**

1. Балик І. В. Особливості розробки шкільного сайту засобами Googlesites. Актуальні питання сучасної інформатики: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці» (10–11 листопада 2016 р.). Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. Вип. 3. С. 14–17.
2. Беліченко Л. О. Маркетинг в освіті: теоретичні та прикладні аспекти. Київ: Освіта України, 2020. 345 с.



3. Ворожбит А. В. Веб-орієнтоване інформаційно-освітнє середовище закладу освіти. Інформаційні технології в освіті, 2018. №3. С. 20–29.
4. Гаврилюк О. В. Цифровий маркетинг: сучасні тренди та перспективи для освіти. Освіта і суспільство. 2022. № 3. С. 47–53.
5. Гречаник О. Є. Веб-сайт як засіб розвитку іміджу закладу загальної середньої освіти. Теорія та практика професійної підготовки менеджерів інноваційного розвитку : матер.методол. семінару / Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. Харків : ХНПУ, 2020. С. 53–62.
6. Захарченко В. І. Сучасні підходи до просування освітніх послуг у соціальних мережах. Вісник освіти. 2021. № 5. С. 19–25.
7. Іваненко М. О. Впровадження віртуального маркетингу у закладах середньої освіти України: сучасні аспекти. Науковий журнал освітніх технологій. 2021. 5(2), 45-60.
8. Маркетингові інструменти для освітніх установ: посібник для директорів шкіл / Під ред. О. С. Громової. Київ: Освітній дім, 2021. 128 с.
9. Мельник А. І. Соціальні мережі як інструмент залучення абітурієнтів: рекомендації для шкіл. Практика освітнього менеджменту. 2022. № 6. С. 32–39.
10. Петренко М. М. Розробка маркетингових стратегій для освітніх установ: український контекст. Український журнал освіти. 2020. № 2. С. 65–72.
11. Шевчук А. Д. Розвиток цифрових стратегій у середніх школах Кропивницького району. Український журнал маркетингу та освіти. 2020. 3(1), 32-49.

УДК 005.95/.96

**І. Ніжніченко, здобувач гр. ІС-23М**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## МЕРЕЖА ІННОВАЦІЙНИХ КОМУНІКАЦІЙ ПІДПРИЄМСТВА – БАЗОВИЙ КОМПОНЕНТ ІННОВАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ

Розглянуто особливості організації діяльності сучасного підприємства в нинішніх українських мінливих непередбачуваних ринкових умовах. Визначено оптимальні перспективи для підвищення виробничої ефективності та досягнення оптимальних результатів за умови мінімізації витрат, що уможливаються шляхом впровадження інноваційної системи управління персоналом. Зроблено акцент на характеристиці важливої складової конкурентного потенціалу підприємства – потенціалові мережі інноваційних комунікацій.

**інноваційні комунікації, управління персоналом, конкурентоспроможність, інформаційний супровід, бізнес-процес, потенціал, проєкт, стимулювання, інноваційне управління, мотивація**

**Постановка проблеми.** У нинішніх мінливих умовах господарювання успішне інноваційне управління людськими ресурсами підприємства проявляється як досить перспективний його варіант та передбачає організацію його як гнучкої системи, що має значно випереджати інноваційні процеси, які перебувають ще на стадії формування, чого можливо досягти шляхом забезпечення та підтримування комфортного інноваційного мікроклімату а також гармонізації відносин між усіма співробітниками компанії, які беруть безпосередню участь у реалізації інноваційних процесів.

Відповідно, питання інформаційного забезпечення процесу підвищення ефективності інноваційної діяльності потрапляє в поле активної уваги керівників інноваційних проєктів, співробітників-авторів прогресивних ідей та інших зацікавлених виконавців, які намагаються звести його до найбільш оптимального результативного варіанту, і водночас стають об'єктом наукових студій.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Протягом останніх десятиліть серед багатоаспектних досліджень функціонування сучасної економіки, провадження економічної діяльності вітчизняними підприємствами виділилася проблема особливостей організації діяльності підприємства на інноваційних засадах. Особливий інтерес для науковців становить зазначений вид діяльності, що реалізується в межах великих підприємств, для яких притаманна потреба вирішувати питання організації багатогранної діяльності, здійснювати пошук оптимальних варіантів налагодження якісної роботи багаточисельного колективу співробітників, від якого великою мірою залежить питання конкурентоспроможності підприємства. До кола дослідницьких інтересів (Іванушик І., Дячун О., Нагорняк І., Корнєв Ю. та ряд інших учених) потрапляє й питання організації ефективного інформаційного супроводу усіх виробничих процесів як умови для реалізації системних рішень, провадження ефективної діяльності підприємства шляхом налагодження інноваційного підприємництва.

**Мета й завдання дослідження.** Мета даної розвідки полягає у визначенні потенціалу мережі інноваційних комунікацій підприємства, аналізові факторів, від яких залежить його величина, та його ролі у формуванні інноваційної системи управління підприємством.

Основними завданнями визначено:

- вивчення особливостей організації інноваційної системи управління підприємством;

- визначення функціональних можливостей мережі інноваційних комунікацій як одного з факторів забезпечення конкурентоспроможності підприємства;
- виявлення організаційних можливостей для сприяння розвитку внутрішнього «інноваційного підприємництва» як оптимальної форми стимулювання інновацій;
- окреслення перспектив розвитку мережі інноваційних комунікацій компанії.

**Виклад основного матеріалу.** Комплекс визначальних для першої половини ХХІ ст. суспільно-політичних та економічних процесів обумовлює особливість середовища, в якому сучасне підприємство здійснює свою діяльність. За таких умов досягнення успіху у процесі реалізації усіх бізнес-процесів компанії, що визначається досягненням відповідного рівня її конкурентоспроможності, стає можливим лише за наявності належним чином організованої роботи персоналу, який має стати ефективною командою професіоналів, та якісно сформованого інформаційного супроводу процесу управління персоналом та всіх бізнес-процесів, які плануються та реалізуються компанією.

Один із визначальних факторів сучасного бізнес-середовища – його мінливість, невизначеність, не прогнозованість, здатність до генерації різних викликів, внутрішніх та зовнішніх загроз, адекватно реагуючи на дієвість якого керівництво компанії має концентрувати належну увагу на питанні досягнення максимально ефективної організації системи управління персоналом, що разом з тим актуалізує питання щодо необхідності адаптації до такої системи інформаційного середовища.

Факт забезпечення усіх бізнес-процесів підприємства ефективним інформаційним супроводом означає й наявність можливостей для визначення перспектив для розвитку мережі інноваційних комунікацій компанії, яка формується за принципом розвитку інноваційних комунікацій.

Створення для персоналу компанії ефективного комунікаційного поля, яке охоплює формальний та неформальний рівні, та забезпечення його належного функціонування – важлива складова системи інноваційного управління персоналом, мета реалізації якої – розвиток творчого інноваційного потенціалу креативних співробітників компанії, мотивація їх до інноваційної поведінки

Формування особливого бізнесового середовища та інноваційної культури – фактори, які з-поміж інших великою мірою забезпечують стимулювання впроваджуваних інновацій, потребують особливої уваги, оскільки від їх наявності залежить надання лідерам з вироблення інноваційних проєктів та їх командам широких можливостей та свободи для їх професійних дій, які потребують створення сприятливого поля інноваційних комунікацій. Інформаційний супровід виробничого середовища з інноваційним кліматом покликаний забезпечувати:

- оперативне надходження, опрацювання та обмін відповідною документацією між усіма учасниками впроваджуваних бізнес-процесів;
- здійснення належного контролю за термінами виконання поставлених проєктних завдань;
- вчасне ухвалення необхідних рішень щодо формування та збереження створених робочих груп;
- використання в ході виконання поставлених завдань наявних у підрозділах підприємства ресурсів;
- забезпечення (з подальшим використанням) вчасного надходження необхідної продукції (ресурсів) від зовнішніх постачальників;
- документування партнерської співпраці, яка передбачає укладання дво- та багатосторонніх угод на вітчизняному та міжнародному рівні тощо.

Сприяння розвитку внутрішнього «інноваційного підприємництва» як оптимальної форми стимулювання інновацій у межах потужних організацій постіндустріального типу стає можливим у разі наявності належного інформаційного забезпечення кожного інноваційного етапу а також вчасно та якісно підготовленого інформаційного супроводу

просування виготовленої продукції (послуг) на вітчизняному ринку та ринках країн світу (за умови налагодження міжнародних економічних зв'язків).

### **Висновок**

Система інноваційного управління персоналом як діяльність, що переслідує мету розвинути його творчий інноваційний потенціал та забезпечувати його мотивацію до інноваційної поведінки, водночас визначає й перспективи для розвитку мережі інноваційних комунікацій компанії, яка формується за принципом розвитку інноваційних комунікацій і забезпечує таким чином можливість для створення ефективного комунікаційного поля для персоналу на формальному і неформальному рівнях, яке у свою чергу проявляється як дієвий чинник, що впливає на якість персоналу та на якість усіх бізнес-процесів.

### **Список літератури**

1. Війна та регіони України: як змінюється привабливість для підприємців. – 2022 [Електронний ресурс]. URL: <https://cutt.ly/3KXHLYN>.
2. Геєць В. М., Александрова В. П., Артёмова Т. І. та ін. Економіка України: стратегія і політика довгострокового розвитку. Київ: Інститут економічного прогнозування НАН України. 2013. 1008 с.
3. Дячун О. Стимулювання розвитку підприємництва в Україні в контексті європейських стандартів / О. Дячун, І. Нагорняк // Нарощування фінансово-економічного потенціалу суб'єктів економічних відносин як основа поступального розвитку територіально-господарських систем : монографія. Тернопіль, 2021. С. 85–89.
4. Іванушик І. Інформаційне забезпечення управління на підприємстві. URL.: <http://www.viem.edu.ua/konf4/art.php?id=0401>.
5. Корнєв Ю. Г. Проблеми формування загальнонаціональної системи інформаційного забезпечення розвитку підприємництва. Економіка: проблеми теорії та практики. 2004. Вип. 187. С. 9–15.
6. Красносова О. М. Інструментарій державної політики у сфері підтримки та стимулювання розвитку малого бізнесу / О. М. Красносова, Р. В. Харченко. Проблеми економіки. 2020. № 4. С. 42–47.

УДК 32.019.51

В. Потапчук, здобувач гр. ІС 23-М

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗДІЙСНЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ДОКУМЕНТАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Стаття присвячена проблемі інформаційно-документаційного забезпечення діяльності. Розробка цієї тематики відповідає новітнім досягненням науки й соціальної практики; посилює необхідність наукового осмислення нових можливостей інформаційно-документаційного забезпечення діяльності у сфері підприємництва з урахуванням досвіду провідних країн світу. Упорядкований інформаційний масив міг би стати потужною базою керування інформаційно-документаційними процесами. **документування, інформаційно-документаційного забезпечення, інформаційно-комп'ютерні технології, кваліфікований електронний підпис, підприємницька діяльність, приватне підприємство**

**Постановка проблеми.** Важливою ланкою економіки країни, основою її економічного розвитку є підприємництво. Підприємницька діяльність, як і будь-яка інша сфера людської життєдіяльності, потребує відповідного інформаційно-документаційного забезпечення. Адже у сучасному суспільстві інформація відіграє роль повноцінного ресурсу управління, потужної складової політичного й соціального життя. Тому новітні інформаційні технології активно впроваджуються у сфері підприємництва. При цьому зростає роль і значення організаційних засад в інформаційній підготовці та реалізації управлінських рішень на стратегічному рівні.

Актуальність досліджуваної теми обумовлюється, таким чином, необхідністю сучасного високотехнологічного здійснення інформаційно-документаційного забезпечення діяльності приватних підприємств, нагальною потребою впровадження новітніх технологій у підприємницьку сферу в умовах інформаційної трансформації суспільства.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Підприємницька діяльність в Україні базується на правових засадах. Основоположним документом, який регламентує її базові принципи, організаційні форми, державну підтримку, відповідальність суб'єктів підприємництва є Господарський кодекс України [1].

Не менш цінним документом є Податковий кодекс України. Він встановлює права і обов'язки платників податків і зборів, перелік зборів та податків в Україні, порядок їх сплати, а також відповідальність за порушення законодавства, права і обов'язки контролюючих органів [4].

Важливе значення має також Кодекс законів про працю України, який регламентує правові основи найму працівників підприємства й регулює відносини між ними [2].

Залежно від форм власності, що передбачені законодавством, підприємства, які діють в Україні, поділяються на державні, приватні, комунальні, колективної власності, а також ті, що засновані на змішаній формі власності. На законодавчому рівні визнані основні принципи господарювання. Йдеться про:

- реалізацію свободи підприємницької діяльності у визначених законом межах;
- забезпечення економічної багатоманітності;
- надання державою захисту, безпекових гарантій суб'єктам господарювання;
- підтримку вільного руху капіталів, товарів та послуг на території України;
- захист національного товаровиробника;

- державне регулювання економічних процесів лише в обмеженій формі;
- заборону незаконного втручання органів державної влади та органів місцевого самоврядування у господарські відносини.

На сьогодні питання щодо удосконалення нормативно-правового забезпечення підприємницької діяльності залишається відкритим, оскільки, на нашу думку, існують певні недоліки в правовому забезпеченні підприємницької діяльності. Це стосується:

- податкової політики;
- низького рівня підтримки підприємницької діяльності з боку держави;
- недостатнього інформаційного забезпечення підприємницької діяльності;
- недоопрацювання в сфері підготовки кадрового резерву для підприємництва;
- недостатнього рівня стимулювання інвестиціями у підприємницьку діяльність тощо.

**Мета й завдання дослідження.** Мета статті. Схарактеризувати сучасні підходи до здійснення інформаційно-документаційного забезпечення підприємницької діяльності.

Діяльність підприємців в Україні має велике значення для економіки країни та впливає на соціально-економічні трансформації. Розширення виробництва товарів та послуг, створення додаткових робочих місць, покращення рівня життя населення та додаткові надходження до бюджету – все це є результатами підприємницької діяльності та роботи конкретних підприємств.

#### **Виклад основного матеріалу.**

У сучасному світі важко уявити життя без ІТ-технологій, які нині багато в тому визначають прогрес економіки та цивілізаційний поступ країни. Інформатизація має глобальний характер, охоплюючи практично всі сфери розвитку країн світу.

З огляду на те, що інформаційна складова є вагомим фактором розвитку будь-якого виробництва, доречною нині виглядає автоматизація ділових процесів та запровадження електронних технологій в роботі зі службовими документами на підприємстві.

Інформаційно-документаційне забезпечення підприємницької діяльності ми розглядаємо як динамічну систему різноманітних даних і способів їх обробки, що дає змогу вивчити реальний стан керованого об'єкта діяльності, його основні характеристики й можливості здійснення необхідних управлінських дій. Ця система може охоплювати такі складові:

- заходи зі створення інформаційного середовища;
- сукупність дій з надання необхідної інформації;
- сукупність певних проектних рішень за розміщенням, обсягами, формами організації інформації;
- класифікатори і кодифікатори інформації;
- уніфіковані системи документації;
- довідкові дані тощо.

Основними характеристиками інформаційно-документаційного забезпечення діяльності є:

- взаємодія технологій, методів і технічних засобів у роботі з інформацією;
- сукупність інформаційних ресурсів, що забезпечують ефективну реалізацію управлінського процесу;
- забезпечення можливості пошуку, аналізу, поширення, зберігання інформації серед працівників інших підприємств, установ та організацій;
- постійне оновлення інформації про стан та параметри функціонування певних об'єктів управління;
- підтримка ефективного функціонування системи менеджменту підприємства;
- врахування інформаційних потреб різних суб'єктів;
- забезпечення повноти і достовірності інформації;
- кодування інформації, створення надійних засобів її захисту від несанкціонованого використання;

- наявність засобів контролю цілісної інформаційної бази тощо.

У будь-якому разі використання певної інформації в процесі діяльності, інформаційно-документаційне забезпечення підприємництва має сприяти підвищенню ефективності управлінських рішень в процесі цієї діяльності.

Кожне підприємство керується загальними правилами документування управлінської діяльності у своїх структурних підрозділах. Керівництво роботою служби документаційного забезпечення має здійснювати очільник даного підприємства. На канцелярію покладається відповідальність за організацію та ведення діловодства відповідно до вимог Єдиної державної системи діловодства й державних стандартів.

Для забезпечення ефективного діловодного процесу на підприємстві важливо керуватися певними принципами, які мають основоположний характер. Це:

- оперативність в роботі з документами;
- сучасне технічне оснащення;
- поєднання елементів традиційного та електронного документування.

На підприємстві мають бути встановлені єдині вимоги до складання документів і порядку роботи з ними. Такий порядок, як правило, закріплюється інструкцією з діловодства або доводиться до співробітників у вигляді спеціальних інструктажів, методичних рекомендацій, практикумів, а також він має відповідати критеріям оцінки якості документування систем управління.

Рівень інформаційно-документаційного забезпечення підприємницької діяльності залежить й від якісного кадрового складу працівників, задіяних у цій сфері.

На сьогодні фахівці пропонують численні механізми вдосконалення процесів документування підприємницької діяльності, зокрема, це стосується електронного документообігу. Такими механізмами можуть бути:

- впровадження автоматизованої експертної системи, яка має допомогти при реєстрації та обробці вхідної документації, при систематизації документів за видами та строками виконання, при відстеженні руху документів тощо;
- вдосконалення процесів обробки внутрішньої інформації шляхом застосування електронного підпису, що має призвести до значного скорочення життєвого циклу документів, колосальної економії часу, а ще додати зручності до надання документу юридичної сили;
- використання вебпорталів для ведення електронного архіву, що має дозволити значно знизити витрати на його утримання, позбутися паперової тяганини, полегшити пошук документів, підвищити рівень захищеності самої документації [3; 166-167].

Важливим елементом новацій може бути спеціально розроблена база даних, яка виступатиме сполучною ланкою між різними структурними компонентами системи та координуватиме потік виконаної документації до електронного архіву.

Подальшого удосконалення, на нашу думку, потребує й програмне забезпечення «1С.Підприємство», яке відіграє важливу роль в організації єдиної інформаційної системи управління різними аспектами діяльності підприємства.

«1С: Підприємство» (працює на платформі Windows), це – інструмент для розробки бізнес-рішень, система програм, що складається з платформи, яка відображає збережені дані та працюючі процеси і дозволяє користувачеві працювати з цією інформацією. Вона містить безліч корисних функцій, таких як механізми друку та повнотекстовий пошук.

До програмного забезпечення «1С: Підприємство» включені різні додатки, зокрема:

- Для управління персоналом
- Для управління фінансами
- Для виробництва
- Для документообігу
- Для зберігання та обробки різної методичної інформації та ін.

Ці додатки дозволяють автоматизувати численні бізнес-процеси, полегшуючи управління підприємством та забезпечуючи інтеграцію даних з різних відділів в одну єдину систему.

Програма «1С: Підприємство» є доступною для використання як малими підприємствами, так і великими організаціями

У роботі торгового підприємства дієвими можуть бути й наступні кроки:

- ефективне управління даними, підтримка вже створених актуальних баз даних про постачальників і партнерів;
- цифровий маркетинг та аналітика витрат, використання аналітичних інструментів для відстеження ефективності рекламних кампаній;
- аналіз та оптимізація витрат, вибір оптимальних тарифів на хмарні та програмні послуг, використання безкоштовних або відкритих альтернатив програмного забезпечення, якщо це можливо;
- інтеграція цифрових технологій, використання онлайн-кас і платіжних систем для спрощення розрахунків;
- кібербезпека, навчання працівників основам кібербезпеки;
- організація навчання для співробітників, ведення навчальних курсів або вебінарів з використання спеціалізованих програм;
- організація робочого місця оператора ПК та продавця-консультанта сучасним обладнанням.

### **Висновок**

Засобом осучаснення інформаційно-документаційного забезпечення підприємницької діяльності може стати й більш активне використання кваліфікованого електронного підпису, який є сучасною та зручною альтернативою традиційному підпису від руки для підтвердження автентичності особи та збереження цілісності електронного документа.

Робота в цих напрямках дозволить приватним підприємцям ефективно використовувати сучасні технології, знижуючи витрати і покращуючи продуктивність.

### **Список літератури**

1. Господарський кодекс України URL: [https://ips.ligazakon.net/documentT030436?ed=2023\\_03\\_3](https://ips.ligazakon.net/documentT030436?ed=2023_03_3) 1.
2. Кодекс законів про працю України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>.
3. Козак І. (2020) Удосконалення документаційного забезпечення управління підприємством на основі використання інформаційних технологій / І. Козак Вісник студентського наукового товариства ДонНУ імені Василя Стуса. Том 1. № 12.
4. Податковий кодекс України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>.



УДК 378:[005.92+331.103-057]

**Я. Набожний, здобувач гр. ІС 23-М**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ «НАФТОГАЗ УКРАЇНИ»

Розглядаються інформаційні технології, питання забезпечення інформаційної безпеки стратегічно важливих підприємств, як «Нафтогаз України», що відіграють ключову роль у забезпеченні енергетичної безпеки держави. Закцентовано увагу на тому, що з огляду на зростання кількості кіберзагроз та інформаційних атак, розробка й впровадження ефективних заходів захисту інформації є одним із пріоритетних завдань компанії.

**інформаційна безпека, кіберзагрози, інформаційні атаки, інформаційні технології, методи захисту інформації**

**Постановка проблеми.** В умовах сучасного світу, де інформаційні технології проникають у всі сфери діяльності, питання забезпечення інформаційної безпеки стає критично важливим. Це особливо стосується таких стратегічно важливих підприємств, як "Нафтогаз України", що відіграють ключову роль у забезпеченні енергетичної безпеки держави. З огляду на зростання кількості кіберзагроз та інформаційних атак, розробка й впровадження ефективних заходів захисту інформації є одним із пріоритетних завдань компанії.

### **Головні виклики у сфері інформаційної безпеки для «Нафтогаз України»**

1. **Кіберзагрози та атаки.** Зростання кількості та складності кіберзлочинів, включаючи фішинг, DDoS-атаки, програмне забезпечення-вимагач та інші методи злому, ставить під загрозу конфіденційність, цілісність і доступність даних компанії. Наприклад, згідно з дослідженнями, у 2022 році кількість DDoS-атак зросла на 55% у порівнянні з попереднім роком [1].

2. **Захист критичної інфраструктури.** Діяльність "Нафтогазу" пов'язана з управлінням великими обсягами енергетичних ресурсів, і порушення в інформаційних системах можуть мати катастрофічні наслідки для економіки країни. За даними Національного інституту стандартів і технологій (NIST), кіберзагрози для енергетичних підприємств є одним із найвищих пріоритетів у сфері захисту критичної інфраструктури [2].

3. **Інсайдерські загрози.** Співробітники компанії, які мають доступ до конфіденційної інформації, можуть ненавмисно або навмисно створювати ризики для інформаційної безпеки. Дослідження компанії IBM показує, що інсайдерські загрози становлять близько 60% від усіх інцидентів інформаційної безпеки [3].

4. **Недостатній рівень захисту інформації.** У багатьох випадках використовувані технології або політики безпеки не відповідають сучасним стандартам та вимогам. Наприклад, згідно з опитуванням Gartner, близько 40% компаній у світі визнають, що їхні стратегії інформаційної безпеки потребують суттєвого оновлення [4].

5. **Законодавчі та регуляторні виклики.** Забезпечення відповідності вимогам національного законодавства та міжнародних стандартів у сфері інформаційної безпеки вимагає значних ресурсів і постійного моніторингу змін. Наприклад, дотримання стандартів ISO/IEC 27001 стало обов'язковим для багатьох підприємств у галузі енергетики [5].

### **Чому це важливо?**

Будь-яка успішна кібератака на системи "Нафтогаз України" може призвести до серйозних наслідків:

- **Економічних втрат** через порушення бізнес-процесів.
- **Витоку конфіденційної інформації**, включаючи комерційні та стратегічні дані.
- **Зниження довіри** до компанії з боку партнерів, інвесторів та споживачів.
- **Загроз енергетичній безпеці країни**, що може вплинути на стабільність держави загалом.

Отже, постановка проблеми інформаційної безпеки в компанії «Нафтогаз України» є першочерговим завданням для збереження її стійкості, конкурентоспроможності та виконання стратегічних функцій. Необхідність інтеграції сучасних технологій, підвищення обізнаності співробітників і відповідності міжнародним стандартам є ключовими напрямками для зміцнення захисту інформації.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У сфері інформаційної безпеки стратегічних підприємств, таких як "Нафтогаз України", активно проводяться дослідження, спрямовані на оцінку ризиків та вдосконалення методів захисту інформації. Зокрема, останні публікації свідчать про кілька ключових тенденцій та результатів:

1. Адаптація міжнародних стандартів. У роботах багатьох українських та зарубіжних авторів акцентується увага на важливості впровадження стандартів ISO/IEC 27001 для підвищення рівня інформаційної безпеки. Дослідження демонструють, що відповідність цим стандартам дозволяє зменшити ризики витоку даних та покращити управління інформаційними процесами.

2. Інноваційні технології захисту. Аналітичні звіти від провідних компаній, таких як Gartner та Forrester, наголошують на використанні штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML) для виявлення й реагування на кіберзагрози в режимі реального часу. Це особливо актуально для великих енергетичних компаній.

3. Вивчення інцидентів кібербезпеки. Останні дослідження відображають значний інтерес до аналізу реальних випадків атак на енергетичний сектор. Наприклад, публікації від ENISA (Агентства Європейського Союзу з кібербезпеки) описують кібератаки на критичну інфраструктуру та пропонують рекомендації щодо їхнього попередження.

4. Управління інсайдерськими загрозами. За даними досліджень, близько 60% порушень інформаційної безпеки відбуваються через дії співробітників. Наукові статті пропонують рішення, такі як автоматизація моніторингу дій персоналу та підвищення обізнаності працівників щодо загроз.

5. Регуляторні аспекти. У наукових публікаціях наголошується на важливості гармонізації національного законодавства з міжнародними вимогами. Наприклад, Директива NIS2 ЄС часто згадується як основа для вдосконалення українських норм у сфері кібербезпеки.

Загалом, аналіз останніх досліджень демонструє, що ефективна інформаційна безпека потребує комплексного підходу, який включає технічні, організаційні та нормативно-правові заходи. "Нафтогаз України" може скористатися цими напрацюваннями для створення більш стійкої системи захисту інформації.

#### **Мета й завдання дослідження.**

**Мета дослідження:** дослідити та проаналізувати стан інформаційної безпеки сучасного підприємства, можливості розробки моделі зрілості інформаційної безпеки підприємства, визначити напрями оптимізації підвищення рівня безпеки газопостачальної компанії «Нафтогаз України» в умовах цифровізації.

#### **Завданнями роботи є:**

- 1) здійснити аналіз сучасного стану дослідження проблеми інформаційної безпеки підприємства в умовах цифровізації;
- 2) визначити джерельну базу та методи дослідження;
- 3) проаналізувати систему інформаційної безпеки газопостачальної компанії «Нафтогаз України»;

- 4) дослідити існуючі системи захисту, проаналізувати інциденти інформаційної безпеки;
- 5) визначити труднощі і проблеми в організації системи інформаційної безпеки підприємства;
- 6) розробити модель зрілості інформаційної безпеки підприємства;
- 7) окреслити напрями оптимізації підвищення рівня інформаційної безпеки газопостачальної компанії «Нафтогаз України»;
- 8) розробити рекомендації щодо використання інноваційних технологій для створення ефективних моделей інформаційної безпеки сучасного підприємства.

**Виклад основного матеріалу.** Інформаційна безпека є одним із ключових елементів стратегічного управління компанією "Нафтогаз України", що забезпечує її стійкість до зовнішніх і внутрішніх загроз, а також ефективну роботу національної енергетичної системи. У даній статті висвітлено основні аспекти інформаційної безпеки компанії, які враховують як технічні, так і організаційні заходи.

Перш за все, захист конфіденційної інформації є пріоритетом для "Нафтогазу". У компанії впроваджено сучасні технології шифрування даних, що дозволяють запобігти несанкціонованому доступу до чутливих даних. Зокрема, використання сертифікованих систем захисту відповідає міжнародним стандартам ISO/IEC 27001. Цей стандарт регулює вимоги до створення, впровадження та підтримки систем управління інформаційною безпекою (СУІБ), що є основою кіберзахисту в компанії [6].

Другою важливою складовою є моніторинг кіберзагроз і реагування на інциденти. "Нафтогаз" використовує системи раннього виявлення атак та інструменти аналізу мережевого трафіку. Завдяки цьому компанія має змогу оперативно виявляти спроби втручання, як-от фішингові атаки або зломи облікових записів. Усі підозрілі дії фіксуються, а відповідальні фахівці проводять детальний аналіз інцидентів.

Значна увага приділяється навчанню персоналу. Працівники компанії проходять регулярні тренінги з інформаційної безпеки, що включають вивчення базових принципів захисту даних, розпізнавання кіберзагроз та правильні дії у разі підозрілих ситуацій. Підвищення обізнаності персоналу є критичним фактором зменшення ризику успішних атак через людський фактор.

Не менш важливим аспектом є співпраця з державними органами та міжнародними організаціями. «Нафтогаз України» активно співпрацює з Державною службою спеціального зв'язку та захисту інформації України, а також бере участь у глобальних ініціативах із протидії кіберзагрозам. Таке партнерство дозволяє обмінюватися досвідом, отримувати актуальну інформацію про загрози та підвищувати ефективність заходів безпеки.

Для захисту промислових систем автоматизації використовуються спеціалізовані рішення, що забезпечують безперебійну роботу критичної інфраструктури. Ці системи включають сегментування мережі, контроль доступу до обладнання та регулярне оновлення програмного забезпечення, щоб уникнути уразливостей [7].

Таким чином, основні аспекти інформаційної безпеки "Нафтогаз України" зосереджені на впровадженні сучасних технологій захисту, розбудові системи управління безпекою, навчанні персоналу та співпраці з партнерами. Завдяки комплексному підходу компанія здатна ефективно протистояти сучасним викликам у сфері інформаційної безпеки, що є запорукою її стабільної роботи та безпеки енергетичного сектора України.

### **Висновок**

У процесі дослідження інформаційної безпеки компанії «Нафтогаз України» було виявлено ключові виклики, пов'язані з кіберзахистом у сучасних умовах цифровізації. Аналіз показав необхідність комплексного підходу, який включає впровадження сучасних технологій, розробку ефективних політик і формування культури кібербезпеки. Компанія вже інтегрує міжнародні стандарти, зокрема ISO/IEC 27001, та використовує SIEM-систему для моніторингу загроз. Водночас необхідно оптимізувати процеси реагування,

застосовувати штучний інтелект для прогнозного аналізу та підвищувати рівень обізнаності персоналу.

Розроблена модель зрілості інформаційної безпеки дозволяє оцінювати поточний стан і визначати напрями розвитку. Впровадження дорожньої карти переходу на вищий рівень зрілості сприятиме зниженню ризиків, покращенню координації процесів та підвищенню ефективності витрат. Практичні результати включають скорочення часу на виявлення загроз і зниження витрат на ліквідацію наслідків, що підтверджує ефективність інтеграції новітніх технологій.

Рекомендації для компанії передбачають подальшу автоматизацію процесів, розширення використання штучного інтелекту, посилення взаємодії з підрядниками та регулярні навчання персоналу. Це дозволить зберегти стійкість до кіберзагроз, забезпечити безперебійність операцій та відповідати міжнародним стандартам. Розвиток культури кібербезпеки серед співробітників є критично важливим через вплив людського фактора на ризики.

Інтеграція інформаційної безпеки в бізнес-процеси не лише знизить уразливість до загроз, а й зміцнить довіру клієнтів і партнерів. Використання штучного інтелекту для автоматизації процедур та прогнозування забезпечить стабільність роботи критичної інфраструктури, що має особливе значення для енергетичного сектору. Реалізація дорожньої карти дозволить ефективніше управляти ризиками, мінімізувати наслідки інцидентів і зменшити їх вплив на бізнес-процеси.

### Список літератури

1. Kaspersky Lab. “Cyber Threats and Trends in 2022.”
2. National Institute of Standards and Technology (NIST). “Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity.”
3. IBM Security Services. “Insider Threats in the Enterprise.”
4. Gartner. “Cybersecurity Predictions for 2023.”
5. ISO. “ISO/IEC 27001: Information Security Management Systems.”
6. ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements. International Organization for Standardization, 2022.
7. Офіційний сайт ТОВ ГК “Нафтогаз України”: <https://gas.ua/uk/home>.

УДК 004

Є.Деркач, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРАЛЕЛЬНИМИ ОБЧИСЛЕННЯМИ ДЛЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

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

**Постановка проблеми.** GRID-системи – це взаємопов'язані набори різнорідних і територіально розподілених ресурсів, об'єднаних для задоволення різноманітних потреб користувачів. Управління ресурсами є центральним компонентом GRID-системи. Він включає в себе управління ресурсами в системі. Його основна відповідальність полягає в тому, щоб приймати запити від користувачів, зіставляти запити користувачів з доступними ресурсами, до яких користувач має доступ, і планувати відповідні ресурси.

Управління ресурсами – це складне завдання, що включає безпеку, відмовостійкість разом із плануванням. Це спосіб, у який ресурси розподіляються, призначаються, автентифікуються, авторизуються, гарантуються, обліковуються та перевіряються. Ресурси включають традиційні ресурси, такі як обчислювальні цикли, пропускна здатність мережі, простір або система зберігання, а також такі послуги, як передача даних, моделювання тощо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень.

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

- Огляд існуючих систем управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень.
- Дослідження системи управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень.
- Програмна реалізація системи управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень.

*Об'єктом дослідження* є процес управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень.

*Предметом дослідження* є методи управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень.

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

**Виклад основного матеріалу.** Управління ресурсами в GRID-системах ускладнюється різними факторами, такими як автономія сайту, неоднорідність ресурсів тощо. Різні фактори, що сприяють цій складності, обговорюються нижче. Система управління ресурсами GRID повинна зберігати автономію сайту. Традиційні системи управління ресурсами працюють на основі припущення, що вони повністю контролюють ресурс і, таким чином, можуть запроваджувати механізми та політику, необхідні для ефективного використання цього ресурсу. Але в системах GRID ресурси розподіляються між окремими адміністративними доменами, що призводить до неоднорідності ресурсів, відмінностей у використанні, політиках планування, механізмах безпеки. Ще одна проблема управління ресурсами, ускладнена через автономію сайту, – це спільне розміщення ресурсів. Спільне розподілення – це проблема розподілу ресурсів на різних сайтах для програми одночасно.

Різні адміністративні домени використовують різні локальні системи управління ресурсами, такі як NQE, LSF тощо. Система управління ресурсами GRID повинна мати можливість взаємодіяти та взаємодіяти з цими локальними системами управління ресурсами. Система управління ресурсами для мережі повинна підтримувати такі переговори. У сітці системні ресурси додаються та видаляються динамічно. Виконуються різні типи додатків з різними вимогами до ресурсів. Власники ресурсів встановлюють власні правила використання ресурсів і витрати. Це вимагає переговорів між користувачами ресурсів і постачальниками ресурсів. У сітці виконуються різні типи програм із широкого діапазону доменів, кожна з яких має різні вимоги до керування ресурсами. У той час як деякі типи програм вимагають якнайшвидшого планування, навіть якщо це означає зниження продуктивності, деякі класи програм потребують високої продуктивності. Структура управління ресурсами повинна дозволяти вбудовувати в неї нові політики, не вимагаючи суттєвих змін до існуючого коду. На додаток до вищезазначеного, система управління ресурсами для GRID повинна відповідати іншим питанням, таким як гнучкість і розширюваність, глобальний простір імен, безпека, відмовостійкість і якість обслуговування.

### **Контекст і функції GRMS**

У GRID-системі кінцевий користувач передає системі керування завдання, яке потрібно виконати, разом із деякими обмеженнями, такими як кінцевий термін виконання завдання, максимальна вартість виконання. Функція управління ресурсами полягає в тому, щоб взяти специфікацію завдання та оцінити на основі неї вимоги до ресурсів, такі як кількість необхідних процесорів, час виконання та необхідна пам'ять. Після оцінки вимог до ресурсів RMS відповідає за виявлення доступних ресурсів і вибір відповідних ресурсів для виконання завдання. Нарешті заплануйте завдання на цих ресурсах, взаємодіючи з локальною системою управління ресурсами. RMS також відповідає за іменування ресурсів у системі, моніторинг і звітування про завдання, стан ресурсів і облік використання ресурсів. RMS взаємодіє із системою безпеки для перевірки запитів користувачів, інформаційною службою для отримання інформації про доступність ресурсів, локальною системою для планування завдань у локальній системі керування ресурсами

Таксономія на основі архітектури системи управління ресурсами обговорюється нижче. Він розділений на такі категорії: тип сітки, простір імен ресурсу, інформація про ресурс (виявлення, розповсюдження), модель планування, політика планування.

### **Тип GRID**

Більшість сучасних GRID не забезпечують однакову підтримку для всіх типів ресурсів. GRID-системи класифікуються як обчислювальні, дані та сервісні. У обчислювальних мережах основним ресурсом, яким керує RMS, є обчислювальні цикли (тобто процесори), тоді як у мережах даних основна увага приділяється управлінню даними, розподіленими по географічних місцях. На архітектуру та послуги, які надає система керування ресурсами, впливає тип GRID-системи, у якій вона розгорнута. Ресурси можуть бути апаратними (цикл обчислення, пропускна здатність мережі та сховища даних) або програмними ресурсами (додатки та бази даних).

### **Організація простору імен ресурсу**

GRID RMS відповідає за іменування ресурсів у GRID-системі. Іменування ресурсів впливає на інші функції керування ресурсами, такі як виявлення та розповсюдження ресурсів, а також впливає на структуру бази даних, у якій зберігається інформація про ресурси. Три підходи до організації простору імен: плоский, ієрархічний і графовий. Плоский простір імен не дуже масштабований у системі сітки. В ієрархічній організації іменування ресурсів відповідає системному системному підходу, ім'я створюється шляхом переходу вниз по ієрархії. У іменуванні на основі графів ресурси пов'язані між собою, а ім'я ресурсу створюється за посиланнями від одного об'єкта до іншого.

### **Протокол розповсюдження ресурсів**

Розповсюдження ресурсів включає рекламу ресурсів у GRID-системі. Протоколи розповсюдження впливають на кількість даних, що передаються між системами, а також на статус бази даних ресурсної інформації. Протоколи розповсюдження можна класифікувати як періодичні або на вимогу. Періодичне розповсюдження передбачає групування інформації про зміну статусу ресурсу та періодичне оновлення інформаційної бази даних. Далі це можна класифікувати як розповсюдження, що натискає або притягує. Під час розповсюдження за запитом дані ресурсу періодично надсилаються до сховища інформації, тоді як за розповсюдження за запитом сховище інформації періодично збирає інформацію про статус ресурсів. Протоколи розповсюдження на вимогу оновлюють інформацію про ресурс, коли запускається конкретна подія або відбувається зміна статусу.

### **Виявлення ресурсів**

Виявлення ресурсів є дуже важливою функцією управління ресурсами. Служби виявлення використовуються системою планування для отримання інформації про доступний ресурс. Підходи до виявлення ресурсів можна класифікувати як засновані на запитах або на основі агентів. Під час виявлення на основі запиту сховище інформації про ресурс запитується щодо доступності ресурсу. Більшість сучасних GRID-систем дотримуються цього підходу. При виявленні на основі агентів агенти перетинають сітку, щоб зібрати інформацію про доступність ресурсів.

### **Модель планування**

Структура планувальника визначає структуру системи управління ресурсами та масштабованість системи. Більшість сучасних систем управління GRID-ресурсами можна класифікувати як такі, що мають централізовану, ієрархічну або децентралізовану структуру. У централізованій організації всі завдання передаються одному планувальнику, який відповідає за їх планування на доступних ресурсах. Оскільки вся інформація планування доступна в одній позиції, рішення щодо планування є оптимальним, але цей підхід не дуже масштабований у GRID-системі. У децентралізованій моделі немає центрального планувальника, планування виконується запитувачами ресурсів і власниками незалежно. Цей підхід є масштабованим і підходить для GRID-систем. Але окремі планувальники повинні співпрацювати один з одним у прийнятті рішень щодо планування, і створений графік може бути не оптимальним. Залежно від того, чи співпрацюють планувальники, їх можна далі класифікувати як кооперативні та некооперативні планувальники. В ієрархічній моделі планувальники організовані в ієрархію. Сутності ресурсів високого рівня плануються на вищих рівнях, а менші суб-сутності нижчого рівня плануються на нижчих рівнях ієрархії планувальника. Ця модель є комбінацією двох вищевказаних моделей.

### **Оцінка стану**

Користувачі надсилають заявку та вхідні дані разом із деякими вимогами до якості обслуговування, як-от кінцевий термін, до системи керування. Система управління повинна оцінити конкретні вимоги до ресурсів для запуску програми. Є три підходи до цієї проблеми: теоретичне передбачення, прогнозування на основі історії та прогнозування на основі тестових випадків. У теоретичному прогнозуванні вимоги до програми оцінюються на основі аналізу моделі програмування програми та предметної області. Ефективність цього підходу залежить від того, наскільки добре зрозуміла обчислювальна модель для програми. У підході

на основі історії передбачення робиться на основі попередніх запусків програм. Цей підхід підходить для програм, які, швидше за все, не зміняться з часом або зазвичай виконуються на певному наборі ресурсів, де минула продуктивність є сильним показником майбутньої продуктивності програми на тих самих ресурсах. У прогнозуванні на основі тестових випадків програма перевіряється на обмежений набір випадків на типових машинах. Це підходить для програм із невідомими характеристиками або програм, які змінюються з часом.

### Розробка структурної схеми

Паралельне завдання визначається як програма, реалізована у вигляді декількох компонентів, кожна з яких запускається на окремому процесорному вузлі й у ході свого виконання може взаємодіяти з іншими компонентами, а також уводиться поняття планування як основного етапу керування паралельними завданнями.

Існують дві групи методів планування, використовуваних у сучасних паралельних архітектурах і кластерних системах:

– Методи першої групи використовують поділ часу процесорів між декількома завданнями. Відзначається основний недолік цих методів, що складає в тому, що компоненти одного завдання можуть бути перервані й перезапущені в різні моменти часу, що приводить до сильного зниження загальної ефективності використання ресурсів.

– Друга група методів планування (FCFS, First-Fit, Backfill) заснована на ідеї поділу простору ресурсів між завданнями, відповідно до якої кожне завдання одержує необхідний обсяг ресурсів на необхідний час в ексклюзивному режимі. Докладно розглядається широко застосовується на практиці метод зворотного заповнення Backfill, що гарантує запуск паралельного завдання й разом з тим ефективно використовує ресурси завдяки виділенню ресурсів завданням не безпосередньо в момент звільнення, а завчасно.

Розглянемо технології розподіленого комп'ютерингу, зокрема, концепція й базові принципи GRID як способу організації інфраструктури високопродуктивного комп'ютерингу. Сучасний і найпоширеніший підхід до такої організації складається в побудові GRID, що застосовується для проведення наукових досліджень, із просторово розподілених багатопроекторних установок, таких як масивно-паралельні комп'ютери (MPP) і кластери. Відзначається, що в існуючих проектах (EGEE, GRID2003, NorduGRID і ін.) переважає спосіб створення GRID, коли самі власники не використовують свої ресурси, а віддають їх цілком в GRID. Такий спосіб організації ресурсів, називаний GRID з відчужуваними ресурсами, не може претендувати на універсальність, однак може бути корисний у спеціальних умовах застосування, наприклад, коли власники самі не використовують свої ресурси, а виступають у ролі провайдерів. На практиці представляється більше цікавим спосіб, при якому ресурси використовуються спільно їхніми власниками й користувачами GRID. Цей спосіб організації називають GRID з невідчужуваними ресурсами. Його перевага полягає в тому, що такий GRID можна створити лише на якийсь час, необхідне для рішення конкретного завдання, і без формування спеціальної ресурсної бази: досить лише утягнути вже наявні ресурси, не завантажуючи повністю свої власні.

Розглянемо специфіку керування паралельними завданнями в GRID у порівнянні з паралельними комп'ютерними архітектурами й кластерними системами. Найбільш значимі відмітні властивості GRID, що ускладнюють завдання коаллокації:

- Автономність.
- Гетерогенність.
- Просторова розподіленість.
- Дворівнева організація ресурсів.

Завдання коаллокації – центральне завдання планування паралельних завдань, що складає в розміщенні набору компонент паралельного завдання на безлічі ресурсів. Для умов GRID вона формулюється в такий спосіб. Як ресурси розглядаються обчислювальні ресурси GRID – кластери  $R = \{R_1, R_2, \dots, R_N\}$ , кожний з яких являє собою деяку кількість процесорних вузлів – процесорів і пов'язану з кожним з них оперативну й дискову пам'ять. На ці ресурси



необхідно розмістити  $P$  компонент паралельного завдання  $J = \{J_1, J_2, \dots, J_P\}$ , синхронно виділяючи їм ресурси з безлічі ресурсів  $R$  на час виконання  $T$ .

У результаті рішення завдання визначається час старту завдання й набір аллокацій ресурсів:  $A = \{A_x(r_{ji}, t_0, t_0 + T), \dots, A_K(r_{jK}, t_0, t_0 + T)\}$ ,  $K = 1, P$ , де  $r_{ji}$  – ресурси, використовувані для аллокації такі, що:

$$r_{ji} \subseteq R_j, i = 1, K, r_{j1} + r_{j2} + \dots + r_{joo} = P,$$

де  $r_{ji}$  – кількість аллоційованих процесорних вузлів на ресурсі. Всі аллокації починаються в один час і мають однакову тривалість. Крім того, забезпечується виконання двох умов:

- характеристики виконавчих ресурсів відповідають вимогам компонентів завдання;
- виконавчі ресурси в період  $[t_0, t_0 + T]$  вільні, і політика поділу ресурсів не перешкоджає їхньому виділенню для завдання.

Перераховані вище властивості GRID роблять можливість побудови точних аллокацій  $A_1, \dots, A_K$ ,  $K = 1, P$ , у яких визначається безліч виконавчих процесорів  $r_{1i}, \dots, r_{jK}$  і часовий інтервал  $[t_0, t_0 + T]$ , на який вони приділяються цьому завданню, проблематично. Замість цього в багатьох практичних реалізаціях результатом планування є аллокації, у яких час початку й ресурси точно не визначені. Для паралельних завдань це спричиняє серйозні дефекти при їхній обробці, такі як «зависання» завдань у черзі кластера.

Робиться вивід про те, що для запобігання небажаних ефектів планування в GRID, що застосовується для проведення наукових досліджень, повинне бути детермінованим, тобто повинне будувати точні аллокації, і, крім того, запуск завдань на виконавчих ресурсах повинен здійснюватися відповідно до побудованого аллокаціями.

Обґрунтуємо вибір на користь пріоритетного планування для застосування в GRID, що застосовується для проведення наукових досліджень, і розглянемо класифікацію методів такого планування. Як показує практика, методи поділу часу важко застосовні в умовах GRID. Крім того, ці методи спрямовані на поліпшення середнього часу обробки завдань, тоді як в GRID планування в першу чергу повинне мати на меті забезпечення якості обслуговування окремих користувачів. Для цього більше підходять методи поділу простору ресурсів, які в цей час переважно використовуються в GRID, що застосовується для проведення наукових досліджень. Серед них виділяються методи пріоритетного планування й методи, засновані на інтегральних критеріях. Останні здатні оптимізувати завантаження ресурсів або загальний час рахунку пакета завдань. Представляється, що планування в GRID у першу чергу повинне бути спрямоване на справедливий поділ ресурсів між завданнями, забезпечуючи при цьому можливість керування порядком виділення ресурсів для окремих завдань. Для таких цілей найбільш підходящим є пріоритетне планування. Спосіб рішення завдання коаллокації залежить значною мірою від того, яка інформація про ресурси для планування є в наявності. За цим критерієм сучасні методи пріоритетного планування розділяються на два класи. До першого класу належать методи, засновані на використанні черг завдань, основний принцип яких полягає у виділенні ресурсів для вартих у черзі завдань, виходячи з поточного стану ресурсів.

Застосування цих методів для паралельних завдань в GRID неефективно по двох причинах:

- По-перше, нагромадження ресурсів, необхідних для запуску завдання, може бути здійснено лише за допомогою блокування вільних ресурсів, що приводить до їхнього простою протягом невизначеного часу.
- По-друге, механізм попереднього резервування, призначений для забезпечення детермінованого планування, важко застосуємо через відсутність інформації про час звільнення необхідного завданню обсягу ресурсів.

Другий клас включає методи, що використовують для розподілу ресурсів повноцінний план на майбутнє або розклад. До них ставиться метод зворотного заповнення (Backfill). З їхньою допомогою автоматично забезпечується нагромадження ресурсів і

природно реалізується механізм попереднього резервування ресурсів, що дозволяє використовувати методи цього класу для обслуговування паралельних завдань в GRID.

Опишемо запропонований метод керування паралельними завданнями за допомогою випереджального планування для практично важливої форми організації GRID, що застосовується для проведення наукових досліджень, з невідчужуваними ресурсами, коли вони не виділяються в GRID повністю, а використовуються в режимі поділу з їхніми власниками. У цих умовах завдання надходять не тільки з GRID (глобальний рівень), але й від користувачів кластера (локальний рівень) (рис. 1).

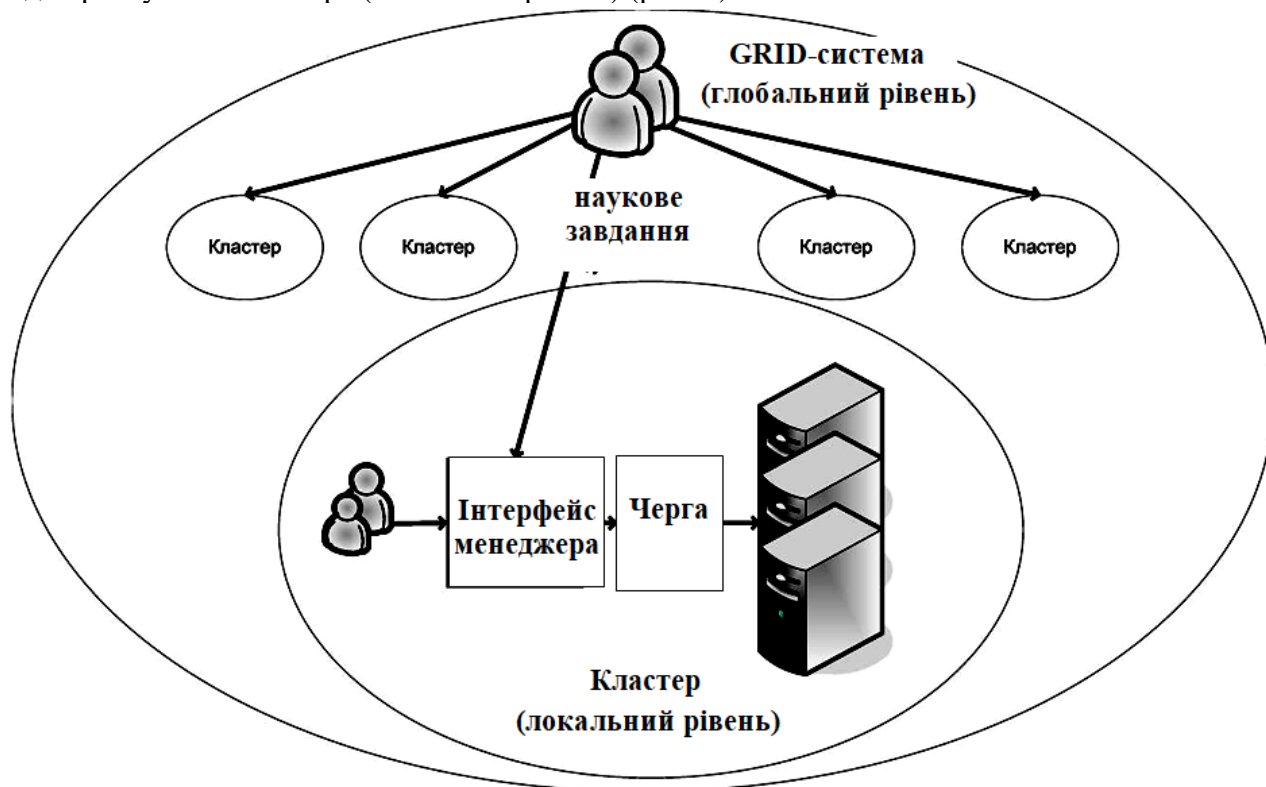


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Особливістю запропонованого рішення є те, що ресурси розподіляються не в момент їхнього звільнення, а будується розклад їхнього використання на деякий період часу у вигляді безлічі тимчасових слотів, де кожний слот відповідає початку й кінцю деякого завдання або вільній ділянці розкладу. Виконання розкладу забезпечується за допомогою попереднього резервування ресурсів. Завдяки цьому планування в умовах невідчужуваності ресурсів є детермінованим.

Розглянемо економічний підхід до планування в GRID, що застосовується для проведення наукових досліджень, для керування паралельними завданнями. Відповідно до цього підходу процес розподілу ресурсів організується на базі моделі ринку: власники ресурсів виступають як продавці, а користувачі – як покупці цих ресурсів. Реалізуючи такий підхід, пропонуються дві угоди по поділу ресурсів і способи їхньої підтримки при плануванні.

Перша угода стосується поділу ресурсів між користувачами. Основна вимога полягає в тому, що користувач повинен мати можливість управляти швидкістю одержання ресурсів при плануванні. Для цього їм установлюється плата за виконання кожного завдання в рамках виділеного йому бюджету. При збільшенні плати шанси швидше виконати завдання підвищуються, однак при цьому обмеження бюджету не дозволяє користувачеві монополізувати весь ресурсний пул.

Для поділу ресурсів між двома потоками завдань, що надходять із локального й глобального рівнів, пропонується друга угода про поділ ресурсів: глобальне завдання може

зайняти ресурси за умови, що плата, призначена користувачем за виконання завдання, не менше їхньої вартості. Така угода дозволяє здійснювати динамічне балансування потоків завдань, забезпечуючи конкуренцію глобальних і локальних завдань, і є ключовим для GRID з невідчужуваними ресурсами. Відповідно до цього підходу глобальні завдання можуть розміщатися не тільки на вільних ресурсах, але й на ресурсах, на якому претендують локальні завдання, за умови, що плата за ці завдання не нижче вартості ресурсів. Таким чином, планування паралельних завдань полягає в підборі безлічі «підходящих» слотів, які:

- можна синхронно виділити в кількості, необхідній завданню;
- задовольняють ресурсному запиту завдання;
- підходять по вартості.

Приведемо алгоритм планування, що вирішує завдання коаллокації ресурсів з урахуванням угод по їхньому поділу, а також проведемо його обґрунтування й експериментальну оцінку, проведену на розробленому прототипі диспетчера завдань. Один із кращих на сьогоднішній день методів планування паралельних завдань – метод зворотного заповнення (Backfill) – в умовах невідчуждаємості ресурсів має квадратичну складність від загальної кількості слотів. Для цих умов у роботі пропонується алгоритм планування лінійної складності і його варіант, що реалізує критерій якнайшвидшого завершення завдань.

Алгоритм розрахований на наступні умови:

- Усі компоненти паралельного завдання мають ті самі вимоги до ресурсів комп'ютера, виражені в ресурсному запиту.

- Плата за кожний компонент завдання становить  $RC / P$ , де  $P$  – кількість компонентів, а  $RC$  – вартість завдання в цілому. Таким чином, відповідно до принципу поділу ресурсів, завданню можуть бути виділені тільки ті з них, які мають вартість, меншу  $RC / P$ .

Алгоритм підбирає слоти для одного завдання у два етапи й заснований на спільному використанні двох подань розкладу у вигляді списків  $L_x$  і  $L_2$ , у першому з яких слоти відсортовані по зростанню часу початку, а в другому – по зростанню часу кінця. Це сортування виконується один раз для всієї черги завдань перед початком роботи алгоритму.

На першому етапі алгоритму підраховується кількість підходящих слотів у кожний момент часу. Зміна цього числа відбувається тільки в точках часової осі, що відповідають початку або кінцю якого-небудь слоту. Для підрахунку виконується паралельний прохід по списках  $L_1$  і  $L_2$ . При переході до нового слоту зі списку  $L_1$ , час початку аллокації  $t$  встановлюється рівним початку цього слоту. Здійснюється перевірка, чи є слот підходящим для запуску завдання. Якщо це так, то кількість підходящих слотів збільшується. Після цього проходяться слоти другого списку, кінець яких менше  $t + T$ , і відповідно зменшується кількість підходящих слотів. Як тільки набирається необхідна кількість підходящих слотів  $P$ , цей етап роботи алгоритму завершується, і виходить час  $I_0 = t$ , починаючи з якого для завдання можна синхронно виділити необхідну кількість слотів.

Якщо на першому етапі необхідна кількість слотів знайдена, то всі слоти, що лежать на інтервалі  $[t_0, t_0 + T]$  і які є підходящими, можуть бути використані для його запуску. Для їхнього відбору відбувається ще один прохід по першому списку (другий етап). Отриманий набір слотів (або їхніх частин) є шуканим набором аллокацій.

Представлений алгоритм визначає самий ранній час старту завдання. Якщо в системі є процесорні вузли з різною продуктивністю, то більше корисним є критерій якнайшвидшого завершення завдання. Для реалізації цього критерію пропонується модифікація алгоритму, що намагається в першу чергу підібрати слоти на найбільш продуктивних процесорах, щоб виконати завдання якнайшвидше.

Для аналізу ефективності розробленого алгоритму планування реалізований планувальник, розглянутий далі і підготовлене експериментальне середовище, заснована на подійному моделюванні. З його допомогою отримані показники, використовувані для оцінки ефективності алгоритмів планування: середній час очікування, час рахунку пакета завдань і ступінь завантаження ресурсів, а також побудована залежність середнього часу планування

від кількості завдань у системі. На основі отриманих результатів проведено порівняння розробленого алгоритму планування з алгоритмом FCFS в умовах GRID з невідчувуваними ресурсами, що показав істотно більш високі показники ефективності планування першого алгоритму. Також досліджений вплив зміни вартості ресурсів на час відгуку й масштабованість планувальника.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень; Досліджена система управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень. 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., 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
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. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
  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., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноросійський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
  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. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дреєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноросійський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.
  20. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
  21. 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.
  22. 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.
  23. 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
  24. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, 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.
  25. 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.

УДК 004

М.Єрємєєв, магістр гр. КІ-22М-1

Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ БРАУЗЕРУ ДЛЯ ПЕРЕГЛЯДУ ВЕБ-САЙТІВ

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

**Постановка проблеми.** Веб-браузери – це програми, які допомагають переглядати веб-сайти в Інтернеті. Ось що вони роблять:

- Отримання файлів: коли ви вводите веб-адресу або натискаєте посилання, браузер запитує у сервера файли веб-сайту. Це включає HTML, CSS, JavaScript, зображення тощо.
- Інтерпретація коду: браузер читає код HTML, CSS і JavaScript із веб-сайту та визначає, як має виглядати та працювати сторінка.
- Візуалізація вмісту: браузер об'єднує сторінку на вашому екрані за допомогою прочитаного ним коду. Це стосується всього тексту, зображень і способу компоновання сторінки. Сторінка може змінюватися, коли ви натискаєте або взаємодієте з нею.

Такі веб-переглядачі, як Chrome, Firefox, Safari та Edge, усі це роблять, але вони намагаються бути швидшими, простішими у використанні та мають більше функцій, ніж їхні конкуренти.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи браузеру для перегляду веб-сайтів.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи браузеру для перегляду веб-сайтів.

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

- Огляд існуючих систем браузеру для перегляду веб-сайтів.
- Дослідження системи браузеру для перегляду веб-сайтів.
- Програмна реалізація системи браузеру для перегляду веб-сайтів.

*Об'єктом дослідження* є процес браузеру для перегляду веб-сайтів.

*Предметом дослідження* є методи браузеру для перегляду веб-сайтів.

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

**Виклад основного матеріалу.**

Щоб створити базовий веб-браузер, вам потрібно знати кілька основних мов програмування:

- HTML: це основна мова для створення веб-сторінок. Це допомагає вам об'єднати основні частини сторінки, наприклад заголовки, абзаци та зображення.

– CSS: ця мова робить веб-сторінки гарними. Це дозволяє змінювати кольори, шрифти та спосіб розташування речей на сторінці.

– JavaScript: він змушує веб-сайти щось робити. Наприклад, він може показувати повідомлення, перевіряти, чи має сенс те, що ви ввели у форму, або створювати меню, які відкриваються та закриваються, коли ви клацаєте.

Ви також можете почути про C++, який може допомогти у складніших завданнях. Але для початку достатньо зосередитися на HTML, CSS і JavaScript.

### **Інструменти та програмне забезпечення**

Ось кілька основних інструментів, які вам знадобляться:

– Текстовий редактор: проста програма, у якій можна писати та редагувати свій код. Серед популярних – VS Code, Sublime Text і Atom.

– Механізм веб-браузера: це серце вашого браузера. Це те, що бере код із веб-сайту та показує його на вашому екрані. Деякі добре відомі двигуни включають Chromium, Gecko та WebKit.

– Бібліотека інтерфейсу користувача: це як будівельні блоки для зовнішнього вигляду вашого браузера, включаючи вікна та кнопки. Два приклади – GTK+ і Qt.

– Інструменти налагодження: вони допомагають знаходити та виправляти помилки у коді. Зазвичай вони включені в текстові редактори та веб-браузери.

– Контроль версій: це як функція збереження вашого коду, яка також дозволяє повернутися до старіших версій. Git і GitHub є популярними варіантами.

З цими мовами та інструментами ви готові розпочати роботу над власним веб-переглядачем. Далі ми крок за кроком розглянемо планування вашого проекту.

### **Вибір механізму візуалізації**

У цій частині йдеться про механізми рендерингу, такі як Blink, Gecko та WebKit. Ми порівняємо їх, щоб допомогти вам вибрати один для свого браузера.

### **Огляд механізмів візуалізації**

Механізми візуалізації – це мозок веб-браузерів. Вони беруть код із веб-сайтів (наприклад, HTML, CSS і JavaScript) і перетворюють його на веб-сторінки, які ви бачите та з якими взаємодієте.

Ось деякі з них, про які ви могли чути:

– Blink – Chrome, Opera та новіша версія Edge використовують це. Це прийшло з WebKit.

– Gecko - Firefox використовує цей. Це зроблено Mozilla.

– WebKit - двигун Safari, створений Apple.

Усі ці механізми працюють, щоб швидко й точно перетворювати код веб-сайту на сторінки. Вони змагаються в тому, наскільки вони швидкі, наскільки добре вони працюють з різними веб-матеріалами та які додаткові речі вони можуть робити.

Blink надзвичайно швидкий і дозволяє вам багато чого змінити, тому що це те, на чому побудовано Chrome та інші. Gecko, який використовується Firefox, не використовує так багато пам'яті вашого комп'ютера та має чудові інструменти для людей, які створюють веб-сайти. WebKit, який використовує Safari, також не потребує великої потужності.

Вибираючи механізм візуалізації, подумайте про те, на яких пристроях ваш веб-переглядач має працювати, наскільки він має бути швидким, наскільки ви хочете його змінити та яку допомогу та поради ви можете отримати.

### **Налаштування середовища розробки**

Перш ніж почати створювати свій веб-браузер, вам потрібно підготувати комп'ютер із потрібними інструментами. Ось як це зробити простими кроками:

Встановіть текстовий редактор

По-перше, вам потрібно місце для написання коду. Ось декілька простих у використанні варіантів:

– Код Visual Studio – популярний і має багато корисних функцій для кодування.

– Atom – створений GitHub, він дозволяє багато налаштовувати та додавати додаткові функції.

– Sublime Text – це швидко та просто, але після безкоштовної спроби ви можете купити його.

Додавання таких речей, як підсвічування коду та автозавершення, може полегшити кодування, тому шукайте ці розширення.

### **Виберіть і налаштуйте механізм візуалізації**

Механізм візуалізації перетворює ваш код на веб-сторінки, які бачать люди. Для початківців механізм Blink (як у Chrome) є хорошим місцем для початку. Вам потрібно буде завантажити деякі файли та налаштувати речі, дотримуючись інструкцій для Blink.

Встановіть засоби налагодження та тестування

Інструменти налагодження допомагають знаходити та виправляти помилки. Ваш текстовий редактор може мати деякі, але також перевірте:

– Valgrind – він знаходить такі проблеми, як витік пам'яті.

– Selenium – цей інструмент автоматизує веб-переглядачі для тестування ваших сторінок.

Тестування часто допомагає виявити проблеми на ранній стадії.

### **Використовуйте контроль версій**

Контроль версій схожий на функцію збереження, яка відстежує всі ваші зміни. Якщо щось піде не так, ви можете повернутися до версії, яка працювала.

GitHub – це зручне місце для безпечного зберігання вашого коду в Інтернеті. Він використовує Git, систему відстеження змін.

Завдяки цим крокам ваш комп'ютер готовий до того, щоб почати створювати веб-браузер. Пам'ятайте, що починайте з простого, тестуйте по ходу роботи та використовуйте такі інструменти, як контроль версій і налагодження, які допоможуть вам на цьому шляху.

### **Побудова базової структури**

Створення нового проекту

Щоб розпочати проект веб-браузера, створіть нову папку на своєму комп'ютері, щоб упорядкувати всі файли коду. Відкрийте код Visual Studio, натисніть «Відкрити папку» та виберіть нову папку.

Тепер давайте налаштуємо основні файли, які вам знадобляться:

– index.html- Цей файл міститиме основний HTML-код, який є скелетом вашого браузера.

– script.js- Тут ви будете писати код JavaScript, який змусить ваш браузер виконувати певні дії.

По ходу роботи ми додамо більше деталей до частин голови та тіла.

Проектування інтерфейсу користувача

Тепер давайте створимо простий інтерфейс користувача для нашого браузера, який включає:

– Місце для введення веб-адрес (рядок URL-адреси)

– Кнопки для повернення назад, вперед і оновлення сторінки

– Вкладки, щоб тримати відкритими кілька сторінок одночасно

Пізніше ми використаємо JavaScript, щоб ці кнопки працювали з браузером.

Нарешті, створіть місця для показу відкритих вкладок і вмісту веб-сторінок. Використання додаткових елементів HTML, таких як <div> і <iframe> може допомогти вам упорядкувати ці розділи.

Під час створення тестуйте свій інтерфейс за допомогою Live Server, щоб побачити зміни в реальному часі.

### **Реалізація основних функцій**

Елементи керування навігацією



Щоб наш веб-браузер працював як справжній, нам потрібно, щоб кнопки «Назад», «Вперед» і «Оновити» виконували свою роботу. Ось простий спосіб зробити це за допомогою JavaScript:

Ми можемо використовувати спеціальні інструменти браузера, які називаються historyAPI, щоб переміщатися назад і вперед по сторінках. Для оновлення ми просто перезавантажуємо поточну сторінку.

#### **Завантаження URL-адреси**

Щоб дозволити людям відвідувати веб-сайт, ввівши його адресу, ми робимо наступне:

- Знайдіть місце для введення адреси.
- Змусити його щось робити, коли ми натискаємо Enter.
- І ось як ми завантажуємо веб-сайт.

Зробивши це, ми додали ключові функції, необхідні нашому браузеру для переходу на веб-сайти та навігації сторінками!

#### **Використання механізму візуалізації**

Використання механізму візуалізації є ключовим, коли ви хочете створити веб-браузер. Цей механізм перетворює весь код веб-сайту на веб-сторінки, з якими ви можете взаємодіяти. Давайте крок за кроком розберемо, як додати такий механізм, як Blink, до вашого проекту браузера.

#### **Вибір двигуна**

Раніше ми розглядали такі движки, як Blink, Gecko та WebKit. Для тих, хто тільки починає, Blink – чудовий вибір, оскільки Chrome використовує його та містить багато корисних посібників. Gecko і WebKit також є хорошими варіантами. Виберіть той, який найкраще відповідає вашим потребам щодо швидкості, на яких пристроях він працює та наскільки ви можете його налаштувати.

#### **Завантаження необхідних файлів**

Для роботи кожного механізму візуалізації потрібні певні файли. Якщо ви використовуєте Blink, ви можете завантажити файли, готові до використання. Ці файли допомагають вашому браузеру зрозуміти та показати код веб-сайту.

#### **Налаштування інструментів збірки**

Вам знадобляться деякі інструменти розробника, щоб підготувати механізм візуалізації для вашого проекту. Це можуть бути такі інструменти, як Make, Ninja або Visual Studio. Кожен механізм має власний посібник із налаштування, тому дотримуйтеся посібника для свого двигуна. Щоб підготувати ці інструменти, може знадобитися трохи зусиль.

#### **Інтеграція з вашим кодом**

Тепер вам потрібно підключити інтерфейс користувача та функції вашого браузера до механізму рендерингу. Якщо ви використовуєте Blink, ви можете використовувати його код C++, щоб робити такі дії, як відкриття веб-сторінок. Можливо, вам знадобиться використовувати спеціальні інструменти, щоб змусити код C++ працювати з вашим кодом JavaScript.

#### **Тестування та налагодження**

Обов'язково перевірте свій браузер, щоб виявити будь-які проблеми на ранній стадії. Використовуйте інструменти налагодження та тестуйте на різних веб-сайтах і пристроях. Таким чином ви можете переконатися, що ваш браузер добре працює для реальних користувачів.

Виконуючи ці кроки, ви можете додати механізм візуалізації до свого проекту браузера. Це дозволить вашому браузеру відображати веб-сторінки. Пам'ятайте, що вам може знадобитися налаштувати деякі речі залежно від вашої системи та того, як ви створюєте свій браузер.

#### **Додавання основних веб-функцій**

##### **Закладки**

Щоб полегшити користувачам відстеження своїх улюблених веб-сторінок, ви можете додати функцію створення закладок. Ось простий спосіб зробити це:

Зберегти закладки:

– Додайте кнопку «Зберегти закладку», яка зберігає веб-адресу, заголовок та інші відомості поточної сторінки.

– Зберігайте інформацію про закладку в сховищі браузера або простому файлі.

Показати збережені закладки:

– Майте бічну область або меню зі списком усіх збережених закладок.

– Показувати назву кожної закладки, веб-адресу та час її збереження.

– Дайте можливість видалити закладки, якщо потрібно.

Відкрийте Закладки:

– Зробіть кожну закладку посиланням, яке можна натиснути.

– Натискання закладки має відкрити цю веб-сторінку в поточному вікні.

Упорядкуйте закладки

– Дозвольте користувачам створювати папки для сортування своїх закладок.

– Дозволити сортування закладок, наприклад упорядкування їх по порядку.

Синхронізація закладок:

– Запропонуйте спосіб зберігати однакові закладки на різних пристроях.

– Використовуйте онлайн-сервіс для оновлення закладок, де б ви не користувалися своїм браузером.

Починаючи з цих кроків, ви отримаєте базовий спосіб керування закладками. Ви завжди можете додати інші функції пізніше.

### **Перегляд із вкладками**

Ось як налаштувати систему для відкриття кількох веб-сторінок одночасно:

Панель вкладок:

– Створіть угорі розділ для вкладок, які відображатимуть заголовки відкритих веб-сторінок.

– Виділіть вкладку, яку ви зараз переглядаєте, щоб виділити її.

Відкрити вкладки:

– Відкривати посилання в новій вкладці після натискання.

– Додайте можливість відкривати посилання в новій вкладці за допомогою меню, що відкривається правою кнопкою миші.

Перемикання вкладок:

– Натисніть вкладку, щоб переглянути цю веб-сторінку.

– Змініть вигляд активної вкладки, щоб показати, що вона використовується.

Закрити вкладки:

– Розмістіть невелику кнопку закриття на кожній вкладці, щоб користувачі могли її легко закрити.

– Дозволити закривати поточну вкладку середньою кнопкою миші.

Керування вкладками:

– Тримайте під контролем кількість відкритих вкладок.

– Повторно відкривайте веб-сторінки в наявних вкладках замість того, щоб завжди відкривати нові.

Завдяки цим крокам у вас буде простий спосіб використання кількох вкладок. Пізніше ви зможете додати розширені функції, як-от упорядкування вкладок у групи, показ попереднього перегляду та синхронізацію вкладок на різних пристроях.

### **Тестування вашого браузера**

Перш ніж ділитися ним з іншими, дуже важливо перевірити свій браузер. Це допомагає вам виявляти та виправляти проблеми, гарантуючи, що все працює гладко для всіх, хто ним користується. Ось інструкція щодо ефективного тестування браузера:

Тестування функціональності

– Переконайтеся, що всі кнопки та функції виконують те, що вони повинні робити:

○ Кнопки навігації дозволяють легко переміщатися вперед і назад між сторінками.

○ Закладки дозволяють без проблем зберігати та відкривати веб-сторінки.

- Вкладки дозволяють відкривати, перемикатися та закривати різні сторінки.
- Спробуйте ввести адреси веб-сайтів і натиснути посилання, щоб перевірити, чи правильно завантажуються сторінки.

- Подивіться, як швидко ваш браузер завантажує сторінки, і переконайтеся:

- Зображення та відео відображаються правильно.
- Текст і посилання виглядають так, як повинні.
- Макет сторінки виглядає добре та відповідає дизайну веб-сайту.

Кросбраузерне тестування:

- Спробуйте свій веб-переглядач на різних веб-переглядачах, наприклад Firefox, Edge і Safari.

- Переконайтеся, що ваш браузер працює однаково на всіх них.

- Порівняйте, як веб-сторінки виглядають у різних браузерах.

- Виправте будь-які відмінності, щоб переконатися, що всі отримують однаковий досвід.

Тестування на реакцію:

- Перевірте свій веб-переглядач на пристроях із різними розмірами екрана, наприклад на телефонах, планшетах і комп'ютерах.

- Переконайтеся, що веб-сторінки налаштовані так, щоб їх було легко читати та використовувати на менших екранах.

- Перевірте, чи легко торкатися кнопок і посилань на сенсорних екранах.

Тестування доступності:

- Використовуйте інструменти для людей з обмеженими можливостями, як-от програми зчитування з екрана, щоб перевірити свій веб-переглядач.

- Переконайтеся, що ви можете використовувати браузер лише за допомогою клавіатури.

- Переконайтеся, що текст легко читається на його фоні.

Тестування безпеки:

- Шукайте ризики безпеки, як-от XSS і впровадження коду.

- Перевірте, чи безпечні сайти, захищені паролем.

- Переконайтеся, що ваш браузер захищає конфіденційну інформацію.

Тестування продуктивності:

- Подивіться, як працює ваш браузер із великою кількістю відкритих вкладок і вікон.

- Переконайтеся, що з часом він не використовує забагато пам'яті.

- Знайдіть і виправте будь-які місця повільного завантаження сторінок.

Багато тестування на ранній стадії допомагає виявити та виправити невеликі проблеми, перш ніж вони стануть великими. Це покращує ваш браузер і залишає користувачів задоволеними.

### **Розповсюдження та наступні кроки**

Після того, як ви створили власний веб-браузер і переконалися, що він працює добре, ви можете дозволити іншим людям спробувати його. Ось як зробити свій веб-переглядач доступним для інших і постійно покращувати його:

Упаковка вашого браузера:

Щоб надати спільний доступ до свого браузера, вам потрібно зібрати всі необхідні файли:

- Створюйте програми налаштування для різних операційних систем, таких як Windows, Mac і Linux.

- Включіть усе, наприклад механізм (Blink, Gecko тощо), JavaScript, CSS і зображення.

- Заздалегідь визначте параметри браузера та параметри за замовчуванням.

- Використовуйте унікальні піктограми та логотипи, щоб ваш браузер виділявся.

Ви також можете зробити:

- Посібники, які показують, як встановити ваш браузер.

– Файли "Read me", які повідомляють користувачам, що включено та як повідомити про проблеми.

Подивившись на те, наскільки великі браузери це роблять, може бути дуже корисно. Спільне використання та просування вашого браузера.

Тепер, коли він готовий, повідомте людям про ваш браузер:

– Розмістіть його для завантаження на своєму веб-сайті або GitHub.  
– Розкажіть про це на форумах і в соціальних мережах.  
– Створюйте відео, які демонструють, що може робити ваш браузер і як його налаштувати.

– Зверніть увагу на те, що говорять користувачі, щоб зробити ваш браузер ще кращим.

Якщо ви очікуєте, що ваш браузер завантажить багато людей, подумайте про використання таких служб, як AWS або Azure.

Створення веб-браузера – велике досягнення. Використовуйте цей досвід, щоб продовжувати навчатися:

– Подивіться на браузер з відкритим кодом, щоб дізнатися більше про їх роботу.  
– Спробуйте додати складніші функції, наприклад розширення.  
– Пориньте в такі теми, як зробити ваш веб-переглядач швидшим, доступнішим і безпечнішим.  
– Подумайте про те, щоб вивчити більше мов програмування, які використовуються в браузерах.

– Ресурси з таких місць, як Mozilla та проект Google Chromium, можуть бути справді корисними.

#### **Потенційні додаткові функції**

Коли ваш браузер працює нормально, подумайте про додавання додаткових функцій:

– Синхронізація – надайте користувачам доступ до своїх закладок, історії та відкритих вкладок на будь-якому пристрої.  
– Розширення. Дайте можливість розробникам створювати додаткові компоненти, які додають нові функції у ваш браузер.  
– Синхронізація налаштувань. Зберігайте налаштування користувача однаковими на різних пристроях.  
– Керування вкладками. Полегшіть роботу з великою кількістю відкритих вкладок.  
– Пошук в історії – допоможіть користувачам знайти веб-сайти, які вони відвідували раніше.  
– Інструменти веб-розробника – додайте функції для людей, які створюють веб-сайти, щоб тестувати та виправляти свої сторінки.

Є багато інших речей, які ви можете додати, щоб зробити свій браузер ще кращим!

Створення власного веб-браузера – чудовий спосіб зануритися в роботу Інтернету. Ознайомившись із цим посібником, ви навчилися основам веб-браузерів, а також дізналися, як їх створити.

Ми говорили про основні частини, такі як HTML, CSS і JavaScript, які є будівельними блоками для веб-сайтів. Ми також обговорили інструменти для кодування та ключові частини веб-переглядача, такі як інтерфейс користувача та механізм, завдяки якому веб-сайти відображаються на вашому екрані.

Вам вдалося створити простий браузер, який може показувати веб-сайти, переходити між сторінками та відстежувати ваші улюблені сайти. Тестування браузера в різних ситуаціях є ключовим для пошуку та вирішення проблем.

Створення веб-переглядача з усіма фантастичними функціями потребує більше зусиль, але почати з чогось базового – чудовий спосіб почати навчання. Подивіться на такі популярні браузери, як Firefox і Chrome, щоб побачити, як вони справляються зі складнішими проблемами, такими як швидкість, безпека, додавання додаткових функцій і надання користувачам більшого контролю.

Об'єднання зусиль з іншими розробниками проектів браузера може допомогти вам швидше навчатися. Продовжуючи навчатися та стикаючись із новими викликами, ви станете кращими у веб-розробці. З кожною новою версією ваш браузер буде захоплюючим покращенням. Розпочати цей простий проект – це перший крок до створення веб-переглядачів, які забезпечать чудовий досвід для користувачів у всьому світі.

Браузер, що розробляється, дозволяє працювати з декількома документами усередині одного робочого вікна додатка. Перемикання між документами відбувається за допомогою вкладок. На відміну від конкурентів, де вкладки використовуються тільки для перемикання між web-сторінками, у браузері, що розробляється, подібним способом ви можете перемикатися між всіма інструментами пакета.

У багатьох браузерах панель вкладок розташовується нижче панелі інструментів. І це логічно, адже незалежно від того, яка інформація буде відображатися у вкладках, набір інструментів єдиний для будь-якого випадку. Говорячи про браузер, що розробляється, ми повинні пам'ятати про те, що до складу пакета включено кілька утиліт, і web-сторінка – лише окремий випадок застосування вкладки. Як наслідок, залежно від типу документа міняється панель інструментів. Вкладка – батьківський елемент стосовно панелі інструментів, а виходить, необхідний такий підхід, який би наочно відображав всю ієрархію елементів інтерфейсу. Із цієї причини панель вкладок розташовується вище інших елементів.

Стандартна панель інструментів складається із шести кнопок. Крім звичних елементів навігації "Назад" і "Уперед", у браузер, що розробляється, присутні кнопки швидкого переходу, за допомогою яких ви можете перейти на перший або останній елемент ланцюжка сторінок, що відкривалися по внутрішніх посиланнях. З іншого боку, у браузері, що розробляється, відсутній список останніх сторінок, які були відвідані, викликуваний стандартними навігаційними кнопками. Кнопки "Стоп" і "Обновити" об'єднані в один елемент, що міняє свій стан залежно від стану завантаження поточної сторінки. Далі треба кнопка "Жезл", що дозволяє швидко вводити користувальницькі дані при повторному відвідуванні сайтів.

Праворуч від основних інструментів розташовується рядок уведення адреси. Перехід до уведення адреси відкриває додаткове меню, з якого ви можете перейти на домашню сторінку, відкрити дерево закладок, а також відвідати кожної з десяти самих популярних сайтів. Гаряча десятка формується на основі збору статистики про раніше сайти, які були раніше відвідані.

Праворуч від рядка адреси розташовується вікно пошукових запитів. Ви можете ввести будь-яке ключове слово, і браузер автоматично буде здійснювати пошук, використовуючи обраний пошуковий сервер. За замовчуванням використовується Google, українських пошукових серверів немає.

У правому кутку розташовується кнопка "Вид", за допомогою якої викликається додаткова панель властивостей. Ви можете робити пошук на сторінці, здійснювати голосове керування, вибирати режим відображення сторінки (стилі), міняти режими завантаження графіки, стискати будь-який сайт до ширини робочого вікна й, нарешті, масштабувати сторінку. Зміна масштабу в браузері, що розробляється, застосовується до всієї сторінки відразу, а не тільки до текстової інформації.

Ви можете управляти показом тих або інших панелей, а також додавати або видаляти на них кнопки. Клацання правою кнопкою миші на будь-якій панелі відкриває меню, у якому два пункти – видалити поточний елемент і виклик загальних налаштувань. У дистрибутиві браузера, що розробляється, включена величезна кількість кнопок, за допомогою яких можна реалізувати безліч різноманітних дій.

Інтерфейс браузера, що розробляється, гнучко настроюється, дозволяючи надавати браузеру неповторні риси. Ви можете забрати практично всі панелі, залишивши у своєму розпорядженні тільки саме необхідне, або, навпроти, улаштувати в робочому вікні справжній маджонг.

Браузер, що розробляється, допускає зміну тем оформлення, яких у мережі величезна безліч. Завантаження й установка тим оформлення в браузері, що розробляється, реалізована за допомогою невеликого браузера, що обробляє дані, одержувані з офіційного сайту. Ви вибираєте тему, що сподобалася, оформлення, завантажуєте її й можете відразу застосувати налаштування без перезавантаження програми.

Низькі системні вимоги браузера, що розробляється, дозволяють успішно працювати навіть на морально застарілому обладнанні.

Принцип завантаження й відображення web-сторінок у браузері відбувається по іншому принципі, відмінному від Microsoft Edge. Як тільки починається завантаження сторінки, браузер практично відразу намагається відобразити отримані дані. Широкополосне підключення до мережі, завдяки високій швидкості передачі даних, нівелює різницю, однак при використанні з'єднання, що комутирується, створюється ілюзія більше високої швидкості завантаження сторінки. Ви можете перервати процес у будь-який момент і почати завантаження іншої сторінки.

Особливої уваги заслуговує кеш браузера, що розробляється. Ви можете включати й відключати показ зображень, а також перемикатися в спеціальний режим, при якому допускається показ зображень тільки з кеша. Даний режим дозволяє заощаджувати трафік за рахунок зниження обсягів передачі графічних даних.

Переходи "Уперед" і "Назад" у браузері, що розробляється, виконуються миттєво. Браузер не обробляє web-сторінку заново, а просто бере дані з кеша в оперативній пам'яті. При цьому підвищується швидкість навігації по Мережі, однак страждає актуальність. За те час, поки ви не відвідували сторінку, вона може змінитися. Браузер, що розробляється, не відслідковує зміни сторінок у кеші. При навігації по сторінках зі статичною інформацією ви практично нічим не ризикуєте, однак робота зі швидко мінливими даними (наприклад, форуми) сильно утрудняється. Втім, ви можете завжди перевірити актуальність сторінки, перезавантаживши її з мережі.

При завантаженні великих файлів з мережі, ви можете перервати процес, а пізніше продовжити завантаження з перерваного місця. Якщо ваш зв'язок з мережею часто рветься, то подібна властивість браузера, що розробляється, дозволить заощадити час і трафік, тому що відповідає необхідності у повторному завантаженні файлів.

Допускається застосування "дзеркальних" налаштувань клавіш миші для лівш. Налаштування мишачих жестів здійснюється лише шляхом ручного введення імен всіх елементів. Крім того, не можна включити відображення сліду під час малювання жесту для контролю над правильністю виконання операції.

Для прискорення введення адрес сайтів у браузері, що розробляється, реалізований механізм завдання скорочень. З панелі закладок, за допомогою правої кнопки миші можна викликати властивості папки, а також властивості будь-якої вхідної в неї закладки. Ви можете задати коротке ім'я для елемента, що редагується.

Після цього, якщо в адресному рядку браузера ввести задане раніше ім'я, то відкриються сторінки, що належать даному елементу. Крім того, будь-яку закладку можна відкривати усередині вікна особистої панелі. Дана функція дозволяє зручно переглядати PDA-версії сайтів.

При інтенсивній роботі із браузером ви відкриваєте й закриваєте безліч вкладок. Якщо ви бажаєте знову потрапити на який-небудь із раніше відвіданих сайтів, то можете скористатися спеціальним кошиком, де втримується список закритих вкладок.

Крім закритих вкладок, у списку кошика перебувають заблоковані спливаючі вікна. Включення блокування спливаючих вікон і деяких інших операцій здійснюються за допомогою виклику вікна швидких налаштувань (F12).

За допомогою швидких налаштувань можна міняти деякі властивості поточної вкладки, список яких відображений на останньому малюнку.

Працюючи в браузері, що розробляється, ви можете підключати користувальницькі стилі для зміни правил відображення сторінок. Застосування користувальницьких стилів

може бути доречно в різних областях. Блокування небажаної інформації, відображення числа тегів на поточній сторінці, перетворення форматування з HTML в BBCode, робота з язовими атрибутами й багато чого іншого можуть бути здійснені за допомогою технології UserCSS.

Крім браузера, у дистрибутиві браузера, що розробляється, включено кілька компонентів, що мають лише непряме відношення до web-серфінгу.

Поштовий клієнт M2, що входить до складу браузері, що розробляється, у момент першої появи був досить прогресивним інструментом у своєму класі. Згодом конкуренти підтяглися, але й сьогодні M2 має достатню кількість можливостей, щоб з успіхом застосовуватися для електронної переписки.

M2 працює тільки з єдиною поштовою базою, як це прийнято в Outlook Express, не дозволяючи розбивати облікові записи на окремі групи папок. З іншого боку, єдина база дозволяє здійснювати більше швидкий пошук інформації. Результати пошуку можна зберігати в окремі папки, які по зовнішньому вигляді нічим не відрізняються від фізичних аналогів. Всі вкладені файли групуються по типах, і ви можете швидко переміщатися між повідомленнями, що містять вкладення.

Поштовий клієнт дозволяє працювати також і із групами новин. Для цього необхідно створити обліковий запис відповідного типу.

Фільтрація реклами відбувається на основі того, якого навчають, алгоритму. Ви можете вибрати кілька ступенів захисту, тим самим, регулюючи агресивність фільтра.

У поштовому клієнті дотепер відсутній HTML-редактор, що унеможливує додавання якого-небудь форматування в повідомлення.

До складу браузера, що розробляється, входить також простий IRC-клієнт.

Ви створюєте обліковий запис за допомогою тих же засобів, що й у випадку з електронною поштою, указуючи відповідний тип. Надалі потрібно лише вказати конкретний обліковий запис, що варто використовувати для підключення до необхідного сервера. IRC-клієнт дозволяє працювати на каналах з будь-яким кодуванням, що використовує кирилицю. Програма підтримує відображення графічних смайликів і уведення керуючих кодів. Ви можете повністю міняти зовнішній вигляд робочого вікна IRC-клієнта за допомогою користувальницьких стилів, які необхідно завантажувати з мережі.

Поштову програму й IRC-клієнт поєднує загальний менеджер контактів.

Ви можете додавати нові записи, вибираючи контакти як серед учасників бесід на IRC-каналах, так і серед тих, хто надсилає вам електронні листи. При цьому кожному контакту можна привласнити власний значок. Після цього даний значок буде відображатися напроти ім'я учасника бесіди на IRC-каналі. Якщо серед інформації, занесеної в контакт, є його електронна адреса, то клацання на даному елементі списку відкриває вікно створення нового повідомлення.

Ще одним цікавим інструментом є можливість складання невеликих заміток, які можна сортувати по папках.

Ви відкриваєте бічну панель заміток і створюєте нові елементи. У верхній частині панелі втримується список заміток, а в нижньої – вікно редагування тексту. За замовчуванням подвійне клацання по будь-якій замітці відкриває вікно створення електронного повідомлення із впровадженим текстом з поточного елемента списку. Якщо поточна замітка була створена з матеріалів якого-небудь сайту, то подібна дія відкриває web-сторінку – джерело інформації.

Як ми бачимо, у дистрибутиві браузера, що розробляється, включається безліч дрібних утиліт, тісно інтегрованих один з одним. Функціональні можливості компонентів помітно уступають популярним незалежним додаткам, однак, завдяки вдалим механізмам взаємодії, становлять єдине ціле, по своїх можливостях не має рівних в усьому світі програмного забезпечення. Як часто буває в подібних ситуаціях, відповідь залежить від того, з якої сторони розглядається питання.

Жорстока конкуренція змушує шукати розроблявачам нові шляхи для підтримки інтересу до своїх продуктів. Браузер, що розробляється, обзавівся цікавою новинкою, що дозволяє розширити її можливості – віджетами. Ви можете встановлювати із браузера невеликі додатки, що виконуються на робочому столі.

Більшість віджетів не мають ніякого відношення до роботи браузера, хоча іноді зустрічаються й приємні виключення.

Під час роботи з великою кількістю відкритих документів, заголовки вкладок стають що не читаються. Для того щоб не перегортати щораз весь список відкритих вкладок у пошуках потрібного документа, у браузері, що розробляється, реалізований механізм створення й відображення мініатюр відкритих web-сторінок. Ви підводите мишу до довільної вкладки, якийсь час проводите чекаючи, після чого з'являється невелике вікно, що містить зменшену копію документа зі службовою інформацією (MIME-Тип, тег Title, web-адреса).

Мініатюра створюється після першого завантаження сторінки й не міняється у випадку втрати актуальності (зміни) її вмісту.

У браузері, що розробляється, з'явилися засоби вибіркового блокування завантаження зображень і flash-анімації. Для активізації процедури блокування необхідно вибрати відповідний пункт із контекстного меню браузера.

Якщо ви клацніть мишею по будь-якому зображенню, то це буде означати повну заборону завантаження всіх графічних елементів на даній сторінці. При втриманні клавіші Shift відбувається блокування тільки конкретного зображення. Після того, як процедура блокування кінчена, можна переглянути список заборонених для завантаження елементів, нажавши кнопку "Додатково". браузер, що розробляється, не підтримує регулярні вираження для завдання правил блокування. Знак "\*" означає блокування всіх елементів.

Ви можете встановлювати для кожного відвідуваного сайту власні налаштування поведінки браузера. Вікно налаштувань складається з декількох вкладок.

Таблиця 1 – Індивідуальні налаштування для сайтів

Ім'я вкладки	Список налаштувань
Загальні	Адреса сайту, правила блокування спливаючих вікон
Cookies	Правила прийому й видалення Cookies, ручне виправлення елементів списку
Уміст	Включення/вимикання анімації GIF і SVG, звуків, Java і плагінів
Відобразити	Включення/вимикання фреймів, стилів форм, оформлення смуг прокручування. Можливість підключення власної таблиці стилів
Сценарії	Включення/вимикання JavaScript, зміни розмірів вікон і рядка стану, обробки клацань правою кнопкою миші, приховання рядка адреси, відкриття консолі при помилці. Можливість підключення власного файлу JavaScript
Мережа	Включення/вимикання кодування міжнародних web-адрес в UTF-8, вказівки джерела переходу, автоматичного перенапряму. Можливість зміни рядка ідентифікації браузера

Можна згадати чимало прикладів, коли виникає необхідність у нестандартних налаштуваннях. Спливаючі вікна, що найчастіше носять рекламний характер, іноді бувають дуже корисні. На деяких форумах таким способом робиться акцент на особистих повідомленнях.

У браузері, що розробляється, є підтримка BitTorrent. Завантаження інформації з файлообмінної мережі нічим не відрізняється від роботи зі звичайним сервером.

Ви можете одержати доступ до повного списку налаштувань браузера, набравши в адресному рядку команду `mybrowser:config`. Для простих користувачів дана функція практично марна, але під час бета-тестування фахівці могли перевіряти роботу тих або інших прихованих можливостей.



Будь-яку вкладку можна заблокувати щоб уникнути випадкового закриття. У браузері, що розробляється, є інструмент перегляду вихідного коду сторінок. При повному збереженні сторінки на жорсткому диску створюється окрема папка для зображень.

### Розробка структурної схеми

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. При написанні різних браузерів спостерігається таке явище: основна кількість браузерів роблять на якихось певних движках.

Разом з тим продукти, зроблені з використанням движків, успадковують їхні помилки й проблеми безпеки.

Найбільше браузерів зроблено на движку Microsoft Edge, це й не дивно, тому що браузер древній як динозавр, і ще не швидко він вимре, тому що його розвитком і підтримкою займається Майкрософт. На розробку браузерного движку потрібні чималі ресурси, тому програмістам легше робити різні оригінальні примочки й доповнення до движка, іменованому Microsoft Edge, і називати цей браузер уже своїм, оригінальним ім'ям, хоча це все той же Microsoft Edge тільки модифікований як у кращу, так і в гіршу (що буває досить часто) сторону.

У магістерському проекті за основу браузера взято движок Trident. Trident (також відомий як MSHTML) – назва браузерного движка для Windows-версії Microsoft Microsoft Edge. Уперше Trident був реалізований у четвертій версії Microsoft Edge, і з тих пор піддавався постійним поліпшенням і переробкам.

Trident був розроблений як програмний компонент, що дозволяв розроблювачам програмного забезпечення легко додавати можливість перегляду веб-сторінок у їхні власні додатки. Він використовує технологію COM (компонентну модель об'єктів) для перегляду й виправлення веб-сторінок у будь-якому оточенні, що підтримує інтерфейс цієї моделі – наприклад, в Delphi, C++ або .NET. Відповідний елемент керування може бути доданий, скажемо, у програму, написану на Delphi – і Trident буде використовуватися для доступу до задалегідь заданого веб-сторінці, для читання або зміни інформації, що перебуває на ній. Події елемента керування будуть перехоплюватися й передаватися в основну програму.

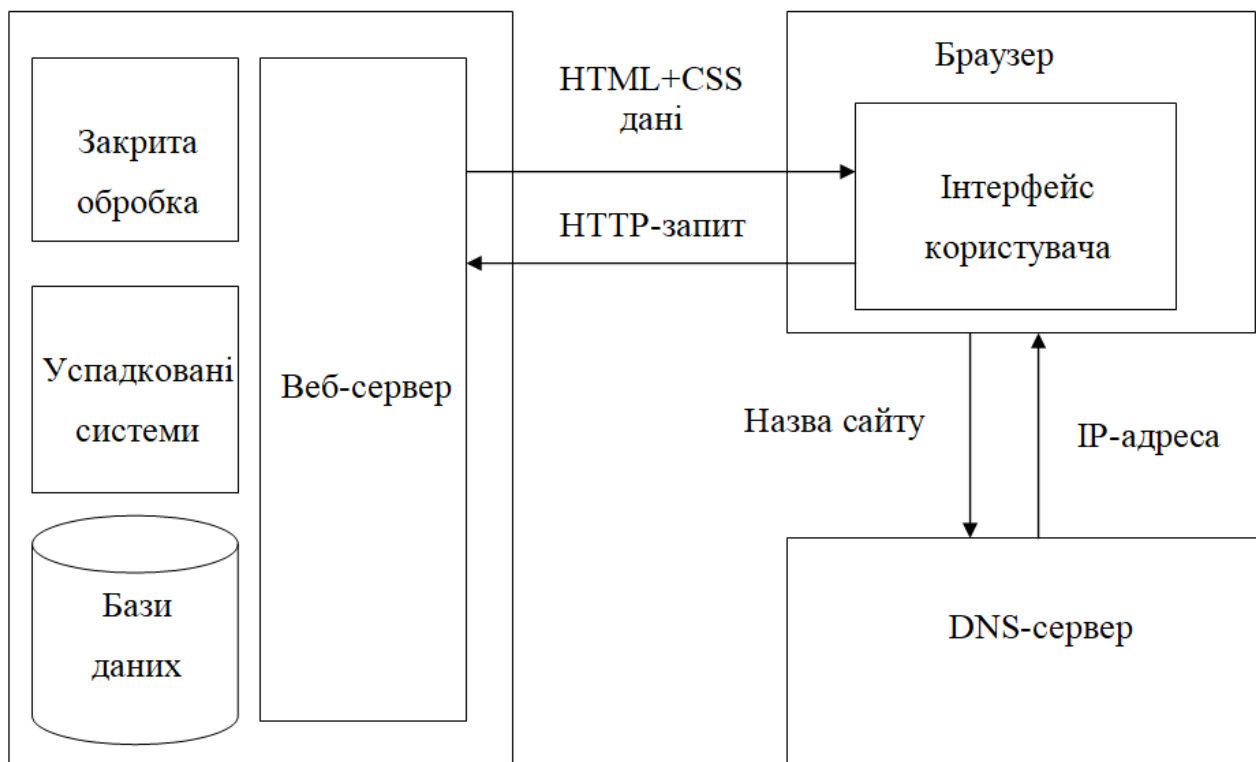


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів браузеру для перегляду веб-сайтів. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем браузеру для перегляду веб-сайтів; Досліджена система браузеру для перегляду веб-сайтів; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи браузеру для перегляду веб-сайтів. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання браузеру для перегляду веб-сайтів. 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., 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.
- 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 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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
- 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.
- 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.
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
23. 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.

УДК 004

**О.Корнієнко, магістр гр. КН-22МЗ***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ВІДЕОДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ CUDA

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Об'єктом дослідження є процес передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Предметом дослідження є методи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. 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 відеотрансляції дозволяє одержувати й передавати множині користувачів дані від декількох відеокамер, розташованих на місці, де відбувається подія, наприклад, на стадіоні або в концертному залі.

У той же час застосування такої системи у випадку множини місць одночасного здійснення відеоспостереження, розташованих на значній відстані друг від друга, наприклад, від одного кілометра до декількох тисяч кілометрів, може бути неможливим або зв'язаним зі значними матеріальними або фінансовими витратами, оскільки якщо такі події відбуваються в різних містах або різних районах одного міста, то для передачі даних відеозображення в пам'ятовувальній пристрій буде потрібно виділений канал передачі даних, що володіє великою пропускною здатністю, у зв'язку з тим, що дані відеозображення як у незжатому, так і стислому виді мають великий обсяг. Підготовка каналу передачі даних з високою пропускною здатністю для передачі великих обсягів даних вимагає установку або оренду високопродуктивного встаткування, що спричинить значні фінансові витрати.

Іншим фактором, що обмежує застосування системи відеотрансляції, в умовах множини місць одночасного здійснення відеоспостереження є те, що на сервер лягає значне навантаження по прийому й обробці відеоданих із всіх відеокамер. Крім того, коли до перегляду відеозапису з однієї й тої ж відеокамери послідовно звертаються безліч користувачів, на сервер у системі відеотрансляції лягає збільшене навантаження, оскільки відеозапис, збережений у пам'ятовувальному пристрої для архівування відеозаписів, для передачі із сервера в мобільні пристрої, веб-браузери або контролери телевізійних пристроїв користувачів необхідно передавати кілька разів (по кількості запитів від користувачів).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

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

- Огляд існуючих систем передачі відеоданих з використанням технології CUDA.
- Дослідження системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

– Програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

*Об'єктом дослідження* є процес передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

*Предметом дослідження* є методи передачі відеоданих з використанням технології CUDA.

*Методи дослідження* базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Технічним результатом системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, є подання системи обробки даних і системи відеотрансляції для забезпечення можливості спостереження за множиною одночасно, що відбуваються подій, місця проведення яких мають широкий територіальний розподіл. Система передачі відеоданих з використанням технології CUDA, також забезпечує зниження навантаження на підсистему передачі даних (зниження обсягів переданих даних) при одночасному зниженні ризику втрати відеоданих. Ще одним результатом системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, є подання системи обробки даних, що забезпечує надійну трансляцію відеоданих множині користувачів.

Відеокамери виконані з можливістю передачі відеоданих у пристрої відеоспостереження й можуть бути цифровими або аналоговими. Сигнал від аналогових камер перед подачею в пристрої відеоспостереження піддаються оцифровці за допомогою АЦП. У системі переважно втримуються модулі захвата, виконані з можливістю захвата відеосигналу, наприклад, від ПЗС- або КМОП-матриць відеокамер і формування потоку відеоданих у якому-небудь загальноприйнятому або спеціально для цієї системи розробленому форматі. Модулі захвата (до складу яких можуть входити АЦП) можуть перебувати у відеокамері або в пристрої відеоспостереження.

У тому випадку, коли в систему відеотрансляції входить пристрій відеоспостереження, до кожного із пристроїв відеоспостереження може бути приєднана одна або кілька відеокамер. З'єднання може бути провідним або, щонайменше, частково бездротовим. У випадку провідного з'єднання відеокамера може прямо приєднуватися до пристрої відеоспостереження або ж таке з'єднання може виконуватися через розгалужувач. Також з'єднання може здійснюватися за допомогою загальної шини даних. У переважному варіанті здійснення в системі передачі відеоданих з використанням технології CUDA, використовуються веб-камери, які широко поширені в цей час. Веб-камери звичайно являють собою відносно малогабаритні вироби, що містять оптичний елемент і матрицю для перетворення зображення в електричний сигнал з наступної оцифруванням і передачею сигналу відеозображення в комп'ютер, наприклад, по шині USB.

Наявні в доступі веб-камери також дозволяють разом із зображеннями відеоданих одержувати аудіодані, що представляють собою перетворені в електричний цифровий сигнал звуки, які сприймаються мікрофоном, убудованим у веб-камеру. Хоча в справжньому описі описується обробка, передача й збереження відеоданих, необхідно розуміти, що спільно, паралельно або на додаток до зазначених відеоданих можуть передаватися аудіодані. Через те, що обсяг переданих протягом заданого проміжку часу аудіоданих являє собою лише малу частину в порівнянні з переданими відеоданих, далі можливо вважати, що при передачі відеоданих одночасно відбувається передача аудіоданих, хоча можуть передаватися й відеодані без аудіоданих. Аудіодані можуть зніматися не мікрофоном, убудованим у веб-камеру, а окремим мікрофоном, до таким аудіоданим також застосовне все вищесказане. У заявці описана передача відеоданих і аудіоданих, які можуть передаватися уривками (наприклад, файлами або шматками) або ж потоком відеоданих і аудіоданих, відповідно. Передача відеоданих може відбуватися з вилученням частини відеоданих і/або аудіоданих, наприклад, можуть вилучатися окремі кадри або послідовності кадрів (вилучені дані переважно передаються пізніше).

При використанні в системі відеотрансляції пристроїв відеоспостереження, кожне з них повинне мати можливість з'єднання з відеокамерою, якщо вона зовнішня, або мати убудовану відеокамеру, і підсистемою передачі даних для забезпечення можливості одержання й передачі даних. Зазначені з'єднання можуть бути провідними або бездротовими. Відповідно, пристрої відеоспостереження виконані з можливістю прийому відеоданих з відеокамер, для чого вони забезпечені можливістю підключення до них зазначених відеокамер і мають відповідне апаратне й програмне забезпечення. Наприклад, у випадку застосування зазначених веб-камер, пристрій відеоспостереження повинен мати один або більше USB-портів і програмне забезпечення, що дозволяє приймати зазначені відеодані. Пристрої відеоспостереження встановлюються на територіально розподілених ділянках по одному або більше залежно від необхідних можливостей по охопту відеоспостереженням ділянок.

На кожній ділянці, де здійснюється відеоспостереження, переважно встановлюється, щонайменше, один пристрій відеоспостереження, до якого приєднуються одна або більше відеокамер і одне або кілька запам'ятовувальних пристроїв. Пристрої відеоспостереження відповідно до системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, виконані з можливістю прийому відеоданих з відеокамер, а також з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих, отриманих з відеокамер, у локальні запам'ятовувальні пристрої. Пристрої відеоспостереження можуть містити в собі наступні модулі, які можуть бути виконані апаратно, програмно або апаратно: модулі обробки даних, виконані з можливістю обробки відеоданих, одержуваних з відеокамер і/або локальних запам'ятовувальних пристроїв і модулі передачі, щонайменше, частині відеоданих, отриманих з відеокамер, і модулі передачі, виконані з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих, наприклад, у пристрій збору й трансляції відеоданих через підсистему передачі даних.

Модулі обробки даних можуть бути виконані в різних формах, відомих з рівня техніки, однак вони переважно виконані на основі процесорів, що виконують операції відповідно до програми. У той же час модулі обробки даних можуть бути виконані як відеокарти, убудовані або що підключаються, спеціально призначені для обробки відеоданих. Обробка відеоданих може являти собою стиск і/або кодування й/або перетворення формату відеоданих. До обробки відеоданих також ставиться визначення тих даних, які необхідно передавати, якщо, наприклад, передається частина потоку відеоданих, присвоєння відеоданим ідентифікаційної інформації, напрямок відеоданих у запам'ятовувальні пристрої й модулі передачі даних.

Модулі передачі даних переважно являють собою мережні карти, що забезпечують інтерфейс між пристроями відеоспостереження й підсистемою передачі даних. Мережні карти можуть бути убудованими або що підключаються, наприклад, по шині USB.

Окремі модулі пристроїв відеоспостереження або пристрій відеоспостереження в цілому можуть бути розміщені у відеокамері й/або локальному запам'ятовувальному пристрої, наприклад, у їхніх корпусах. У свою чергу окремі елементи відеокамер і/або локальних запам'ятовувальних пристроїв, а також самі відеокамери й/або локальні запам'ятовувальні пристрої можуть бути розміщені в пристроях відеоспостереження, наприклад, у їхніх корпусах. Пристрої відеоспостереження можуть бути встановлені в місцях з обмеженим доступом. У той же час пристрої відеоспостереження можуть бути відсутніми, у такому випадку відеокамери можуть прямо підключатися до локальних запам'ятовувальних пристроїв і/або підсистемі передачі даних.

Важливу роль у системі передачі відеоданих з використанням технології CUDA, грають локальні запам'ятовувальні пристрої, виконані з можливістю одержання з модулів обробки даних і/або відеокамер і збереження, щонайменше, частині відеоданих. Локальні запам'ятовувальні пристрої переважно входять до складу пристроїв відеоспостереження або можуть бути зовнішніми запам'ятовувальними пристроями, що мають з'єднання із пристроями відеоспостереження й розташованими, наприклад, на тій же ділянці, що й пристрої відеоспостереження, або у віддаленому розташуванні. Локальні запам'ятовувальні

пристрої можуть бути розташовані в місцях з обмеженим доступом. У деяких варіантах можливо безпосереднє з'єднання локальних запам'ятовувальних пристроїв з відеокамерами й/або підсистемою передачі даних для прямого одержання/передачі даних. Локальні запам'ятовувальні пристрої можуть бути виконані в різній формі – вони можуть являти собою жорсткі диски, енергонезалежну пам'ять, оперативні запам'ятовувальні пристрої, оптичні записуючі пристрої, карти пам'яті й інші запам'ятовувальні пристрої з рівня техніки, широко представлені на ринку. Важливими параметрами, які повинні забезпечувати використовувані запам'ятовувальні пристрої, це обсяг пам'яті й швидкість збереження даних. Обсяг пам'яті переважно повинен бути достатній для збереження всіх відеоданих (а також аудіоданих), одержуваних протягом усього періоду спостережуваної події, або частини відеоданих, які очікують своєї черги передачі. Швидкість збереження даних повинна дозволяти зберігати всі дані, що надходять, без втрат. У випадку недостатності обсягу пам'яті або швидкості збереження даних одного або декількох запам'ятовувальних пристроїв можливе використання додаткових запам'ятовувальних пристроїв так, щоб забезпечити необхідні параметри. У тому випадку, коли одночасно зі збереженням на локальному запам'ятовувальному пристрої здійснюється передача відеоданих через підсистему передачі даних у пристрій збору й трансляції відеоданих, колекторний запам'ятовувальний пристрій і/або інтерфейсний пристрій, повинні бути забезпечені відповідні швидкості збереження відеоданих одночасно з достатніми швидкостями передачі відеоданих.

У локальних запам'ятовувальних пристроях зберігаються переважно всі відеодані, що надходять із відеокамер і, переважно, що пройшли обробку в пристроях відеоспостереження, для того, щоб знизити ризик їхньої втрати, наприклад, при їхній передачі в пристрій збору й трансляції відеоданих, і забезпечити наявність найбільш повних записів відеоданих у пристрої збору й трансляції відеоданих і/або колекторному запам'ятовувальному пристрої. Це необхідно з тієї причини, що підсистема передачі даних може не забезпечувати необхідну швидкість передачі даних або не забезпечувати необхідної якості передавального середовища каналу для безпосереднього збереження в пристрої збору й трансляції відеоданих (колекторних запам'ятовувальних пристроях, з'єднаних із пристроєм збору й трансляції відеоданих) або ж сам пристрій збору й трансляції відеоданих може не мати можливість прийняти всі дані з множини пристроїв відеоспостереження – у такому випадку передається частина даних, що може бути передана підсистемою передачі даних і може бути прийнята пристроєм збору й трансляції відеоданих, а непередані дані, збережені в локальному запам'ятовувальному пристрої, передаються пізніше. Часткова передача відеоданих може здійснюватися на основі поділу записаних на запам'ятовувальному пристрої або одержуваних безпосередньо з відеокамер відеоданих на часові інтервали або ж зі зниженням частоти кадрів у секунду. У випадку обриву каналу зв'язку, тобто коли відсутня можливість передачі даних через підсистему передачі даних, локальні запам'ятовувальні пристрої також забезпечують збереження інформації для наступної передачі. При цьому локальні запам'ятовувальні пристрої можуть відслідковувати стан підсистеми передачі даних і доступність колектора й у випадку відновлення каналу зв'язку продовжити передачу даних на колекторний пристрій. Локальні запам'ятовувальні пристрої можуть бути виконані з можливістю передачі збережених даних пристрої відеоспостереження, у пристрій збору й трансляції відеоданих або в який-небудь інший пристрій зберігання даних, що може входити до складу, наприклад, підсистеми передачі даних або бути окремим запам'ятовувальним пристроєм.

Підсистема передачі даних відповідно до системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, виконана з можливістю одержання від множини пристроїв відеоспостереження й/або відеокамер і/або локальних запам'ятовувальних пристроїв і передачі в пристрій збору відеоданих, щонайменше, частині відеоданих. Підсистема передачі даних може являти собою провідні, оптичні, супутникові й/або радіолінії зв'язку, а також може бути виконана у вигляді мережі передачі даних, такий як локальна мережа зв'язку або Інтернет. Зазначені види засобів зв'язку можуть комбінуватися, канали передачі даних

можуть мати з'єднання або бути паралельними й переважно використання вже наявних каналів зв'язку. Елементи підсистеми передачі даних можуть використовуватися для передачі відеоданих від усіх або частини пристроїв відеоспостереження. Переважно підсистема передачі даних виконана із забезпеченням достатніх швидкостей передачі даних від відеокамер, пристроїв відеоспостереження й/або локальних запам'ятовувальних пристроїв у пристрій збору відеоданих, колекторний запам'ятовувальний пристрій, пристрій трансляції відеоданих і/або інтерфейсний пристрій. Пристрій збору відеоданих або безліч таких пристроїв з'єднані з підсистемою передачі даних і виконані з можливістю одержання через підсистему передачі даних відеоданих з відеокамер. Незалежно від того, чи передаються відеодані в підсистему передачі даних для передачі в пристрій збору відеоданих з відеокамер, пристрій відеоспостереження або локальних запам'ятовувальних пристроїв, ці відеодані в кожному разі «захоплені» у відеокамерах і отримані з них. Таким чином, вираження «одержувати відеодані з відеокамер» означає не стільки одержання відеоданих безпосередньо з відеокамер (наприклад, при провідному підключенні відеокамери), а скоріше джерело відеоданих, які можуть бути передані в підсистему передачі даних не тільки з відеокамер, але й із пристроїв відеоспостереження або локальних запам'ятовувальних пристроїв.

Для збереження отриманих відеоданих пристрій збору відеоданих має у своєму складі або з'єднано з колекторним запам'ятовувальним пристроєм, де можуть безпосередньо зберігатися зазначені дані. Відповідно, пристрій збору відеоданих виконано з можливістю збереження в колекторному запам'ятовувальні пристрої, щонайменше, частині отриманих відеоданих. Далі відеодані, збережені в колекторному запам'ятовувальні пристрої, можуть бути витягнуті й переглянуті. У якості колекторного запам'ятовувального пристрою можуть бути використані ті ж типи запам'ятовувальних пристроїв, що й зазначені стосовно локальних запам'ятовувальних пристроїв, однак їхній обсяг і/або швидкості збереження даних повинні бути більше відповідно до збільшившихся обсягів даних, що зберігаються одночасно.

Інтерфейсний пристрій виконаний із забезпеченням можливості вказівки, щонайменше, одним користувачем відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локального запам'ятовувального пристрою, відеодані з яких можна вибрати для перегляду, або безпосередньо відеоданих, які необхідні для перегляду. Крім того, інтерфейсний пристрій переважно забезпечує передачу в пристрій трансляції відеоданих і інформації про зазначений користувачем відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локальному запам'ятовувальному пристрої й/або відеоданих, які необхідні для перегляду. Для цієї мети інтерфейсний пристрій може надавати користувачеві можливість вибору серед множині відеокамер і/або пристроїв відеоспостереження й/або локальних запам'ятовувальних пристроїв тої відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локального запам'ятовувального пристрою, відеодані від яких користувач бажає побачити. В іншому варіанті користувач може вказувати за допомогою інтерфейсного пристрою ідентифікаційну інформацію відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локального запам'ятовувального пристрою для тих же цілей.

Відеодані з відеокамери можуть бути цілком однозначно ідентифіковані за допомогою пристрої відеоспостереження, до якого підключена відеокамера, або за допомогою локального запам'ятовувального пристрою, у якому відеодані з відеокамери зберігаються. Це можливо як у тому випадку, коли до пристрої відеоспостереження й/або локальному запам'ятовувальному пристрою підключена одна відеокамера, так і у випадку декількох відеокамер, оскільки користувачеві можуть бути передані відеодані з декількох камер, з яких він потім може вибирати необхідні. Крім того, користувач може запросити відразу необхідні відеодані, якщо в нього є ідентифікаційна інформація цих відеоданих або інформація про те, як їх знайти (наприклад, у файловій системі).

В одному з варіантів пристрій трансляції відеоданих може бути виконане з можливістю одержання із пристрою збору відеоданих (пряма трансляція) і/або колекторного



запам'ятовувального пристрою (трансляція збережених даних) відеоданих, отриманих із зазначених користувачем відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локального запам'ятовувального пристрою, причому пристрій трансляції відеоданих може бути виконане з можливістю передачі, щонайменше, частині отриманих відеоданих у пристрої кешування.

Пристрою кешування переважно виконані з можливістю з'єднання із системою передачі даних користувачеві, що може відрізнятись від підсистеми передачі даних або, щонайменше, частково збігатися з нею. Крім того, пристрою кешування також переважно виконані з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих користувачам через зазначену систему передачі даних. Система передачі даних переважно являє собою мережа Інтернет, однак можуть бути використані й інші види мереж і систем зв'язку. Використання пристроїв кешування дозволяє знизити навантаження на пристрій трансляції відеоданих, оскільки в цьому випадку після завантаження пристроєм трансляції відеоданих у пристрій кешування якого-небудь фрагмента відеоданих у випадку повторного запиту цей фрагмент може бути переданий із пристрою кешування без повторного завантаження з колекторного запам'ятовувального пристрою або пристрою збору відеоданих за допомогою пристрою трансляції відеоданих. Крім того, у системі відеотрансляції може бути передбачений пристрій балансування навантаження пристроїв кешування, що може передавати в пристрій трансляції відеоданих і/або пристрій кешування команди про передачу, щонайменше, частині відеоданих у заданий пристрій кешування. Відповідно до цим перевантажений пристрій кешування (тобто змушене передавати безліч відеоданих користувачам з високим або граничним навантаженням) може переслати по команді із пристрою балансування навантаження пристроїв кешування деякий фрагмент відеоданих в інший пристрій кешування, що має менше навантаження. З іншого боку, у випадку високого навантаження на один із пристроїв кешування пристрій балансування навантаження пристроїв кешування може передати в пристрій трансляції відеоданих команду про передачу наступних фрагментів відеоданих в інший пристрій кешування з меншим навантаженням. Інформацію про завантаження пристрою кешування можуть передавати в пристрій балансування навантаження пристроїв кешування самостійно або по запиті із цього пристрою. Крім того, можуть бути передбачені інші способи оцінки завантаження пристроїв кешування, наприклад, по навантаженню передавальних пристроїв, пов'язаних з відповідними пристроями кешування. Завданням балансування навантаження пристроїв кешування є забезпечення навантаження пристроїв кешування приблизно на одному рівні.

У тому випадку, якщо в системі відеоспостереження втримується безліч пристроїв трансляції відеоданих і пов'язаних з ними груп пристроїв кешування, одне або кілька пристроїв балансування навантаження пристроїв кешування можуть регулювати навантаження на систему передачі даних. Наприклад, якщо користувач запросив відеодані в першому пристрої трансляції відеоданих (або відеодані, які перебувають тільки в ньому), а територіально до нього ближче другий пристрій трансляції відеоданих і пов'язані з ним пристрою кешування, одне або кілька пристроїв балансування навантаження пристроїв кешування можуть передати в перший пристрій трансляції відеоданих або в пов'язані з ним пристрою кешування команду передати запитаний фрагмент відеоданих у другий пристрій трансляції відеоданих або пов'язане з ним пристрій кешування. Тим самим може бути знижена довжина ліній зв'язку, задіяних для трансляції відеоданих користувачеві із пристрою кешування. Крім того, перерозподіл переданих відеоданих між пристроями трансляції відеоданих і/або пов'язаними з ними пристроями кешування може здійснюватися з метою балансування навантаження в зазначених групах пристроїв кешування в цілому.

Істотною перевагою системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, є те, що пристрій трансляції відеоданих виконано з можливістю одержання із пристрою збору відеоданих і/або колекторного запам'ятовувального пристрою відеоданих і передачі в пристрій кешування, щонайменше, частині відеоданих у вигляді фрагментів заданої тривалості. Відповідно, поділ відеоданих на фрагменти заданої тривалості може виконуватися різними пристроями, наприклад, відеокамерами, пристроями

відеоспостереження, пристроями збору відеоданих і/або пристроями трансляції відеоданих. Крім того, поділ на фрагменти може виконуватися цими пристроями паралельно, причому тривалості фрагментів можуть бути в різних пристроїв різними. Наприклад, у кращому варіанті здійснення пристрій трансляції відеоданих передає в пристрій кешування відеодані у вигляді фрагментів тривалістю 15-30 секунд, а пристроєм збору відеоданих зберігає отримані відеодані в колекторному запам'ятовувальному пристрої відеодані у фрагментах тривалістю близько 1 хвилини. Крім того, кожне з вищевказаних пристроїв у деяких варіантах здійснення системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, може здійснювати обробку відеоданих, що полягає, наприклад, у стиску й/або кодуванні й/або перетворенні формату й/або виділенні, щонайменше, частині відеоданих. Виділення частини відеоданих може здійснюватися безперервними фрагментами, а можуть вирізатися окремі кадри, наприклад, через один – у такий спосіб може бути виконане зниження частоти кадрів.

Пристрій збору відеоданих, колекторний запам'ятовувальний пристрій, пристрій трансляції відеоданих, пристроєм кешування й пристрій балансування навантаження пристроїв кешування можуть бути виділені у вигляді системи збору й трансляції відеоданих, оскільки вони, у деякому змісті, є базовими для організації системи відеотрансляції відповідно до системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA, і при наявності такої системи збору й трансляції відеоданих для формування повноцінної системи відеотрансляції до неї необхідно приєднати підсистему передачі даних, до якої потім підключаються відеокамери й/або пристрої відеоспостереження й/або локальні запам'ятовувальні пристрої, а також інтерфейсний пристрій і систему передачі даних для з'єднання з користувачами. Підсистема передачі відеоданих з використанням технології CUDA, може бути виконана у вигляді єдиного апаратного пристрою, у якому складені пристрої являють собою програмні модулі, або, у кращому варіанті, складатися з декількох блоків або модулів, кожний з яких спеціалізується на виконанні своєї функції, що дозволить підвищити продуктивність системи в цілому. У деяких варіантах система передачі відеоданих з використанням технології CUDA, і інтерфейсний пристрій можуть бути об'єднані або бути виконані в складі одного пристрою.

З метою забезпечення наявності в колекторному запам'ятовувальному пристрої повних відеоданих, отриманих відеокамерами й збережених локальних запам'ятовувальних пристроях, але не отриманих за якимись причинами в пристрої збору відеоданих і/або не збережених у колекторному запам'ятовувальному пристрої, у пристрій відеоспостереження й/або локальний запам'ятовувальний пристрій може бути передана інформація про одержання/неотриманні й/або наявності/відсутності в колекторному запам'ятовувальному пристрої, щонайменше, частині відеоданих. У такому випадку пристрої відеоспостереження й/або локальні запам'ятовувальні пристрої можуть бути додатково виконані з можливістю передачі, щонайменше, частині відсутніх у колекторному запам'ятовувальному пристрої й відеоданих у пристрій збору відеоданих через підсистему передачі даних. Передача інформації про одержання/неотриманні й/або наявності/відсутності, щонайменше, частині відеоданих може здійснюватися через підсистему передачі даних, або через інший канал передачі даних замість її або на додаток до неї. Для забезпечення наявності в колекторному запам'ятовувальному пристрої повних відеоданих необхідні відеодані можуть бути передані з локального запам'ятовувального пристрою в колекторний пристрій цілком (за весь часовий проміжок відеоспостереження) або за необхідний інтервал часу через підсистему передачі даних або іншим образом. Така передача також може здійснюватися вибірково або на регулярній основі, наприклад, для всіх або частини локальних запам'ятовувальних пристроїв.

#### **Розробка структурної схеми**

Пропонується система передачі відеоданих з використанням технології CUDA, що містить:

- щонайменше, один пристрій збору відеоданих;
- щонайменше, один колекторний запам'ятовувальний пристрій;
- щонайменше, один пристрій трансляції відеоданих;

- безліч пристроїв кешування;
- щонайменше, один пристрій балансування навантаження пристроїв кешування.

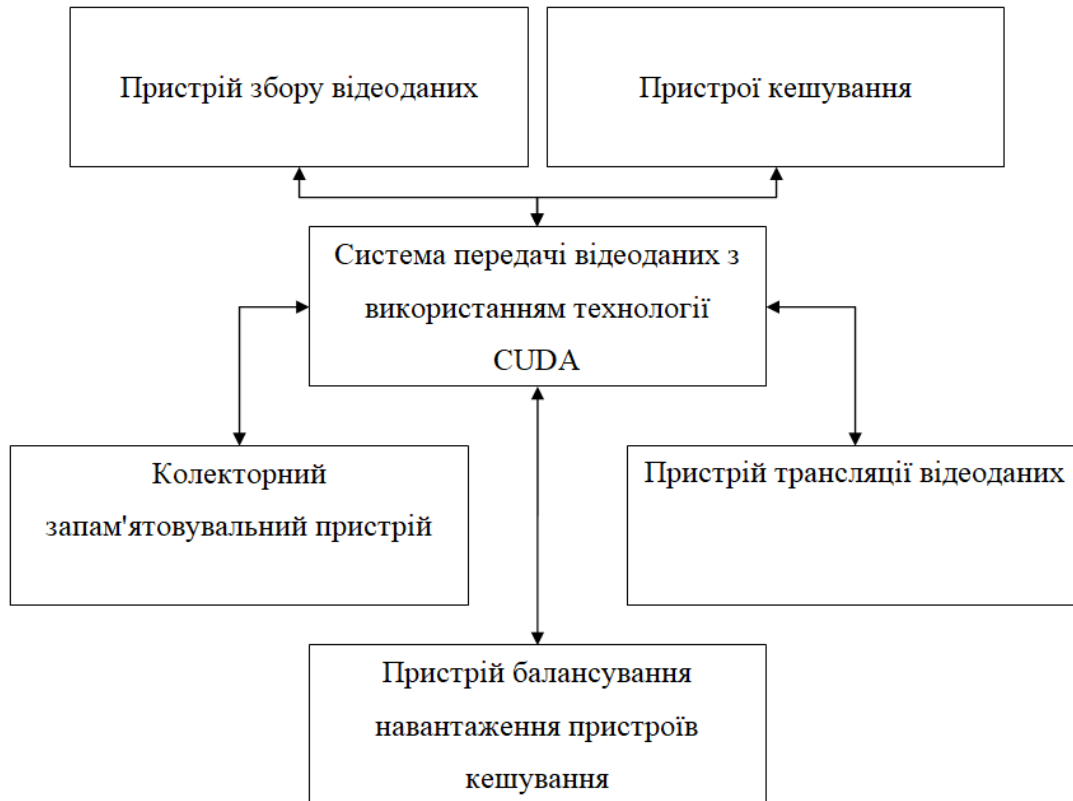


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Пристрій збору відеоданих виконано з можливістю з'єднання з підсистемою передачі даних і одержання через неї відеоданих з множини територіально розподілених відеокамер.

Пристрій збору відеоданих виконано з можливістю передачі, щонайменше, частині одержуваних відеоданих у колекторний запам'ятовувальний пристрій.

Колекторний запам'ятовувальний пристрій виконаний з можливістю збереження, щонайменше, частині відеоданих, одержуваних із пристрою збору відеоданих.

Пристрій трансляції відеоданих виконано з можливістю одержання із пристрою збору відеоданих і/або колекторного запам'ятовувального пристрою відеоданих і передачі в пристрій кешування, щонайменше, частині відеоданих у вигляді фрагментів заданої тривалості.

Пристрої кешування виконані з можливістю з'єднання із системою передачі даних користувачеві й з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих користувачам через систему передачі даних.

Пристрій балансування навантаження пристроїв кешування виконано з можливістю передачі в пристрій трансляції відеоданих і/або пристрій кешування команди про передачу, щонайменше, частині відеоданих у заданий пристрій кешування.

Підсистема відеотрансляції, містить:

- безліч відеокамер;
- безліч локальних запам'ятовувальних пристроїв;
- підсистему передачі даних;
- щонайменше, один пристрій збору відеоданих;
- щонайменше, один колекторний запам'ятовувальний пристрій;
- щонайменше, один пристрій трансляції відеоданих;
- безліч пристроїв кешування;
- щонайменше, один пристрій балансування навантаження пристроїв кешування;

– щонайменше, один інтерфейсний пристрій.

Локальні запам'ятовувальні пристрої виконані з можливістю збереження, щонайменше, частині відеоданих з відеокамер.

Підсистема передачі даних виконана з можливістю одержання з відеокамер і/або локальних запам'ятовувальних пристроїв і передачі в пристрій збору відеоданих, щонайменше, частині відеоданих.

Пристрій збору відеоданих виконано з можливістю одержання з підсистеми передачі даних і передачі в колекторний запам'ятовувальний пристрій, щонайменше, частині відеоданих з множині відеокамер.

Колекторний запам'ятовувальний пристрій виконаний з можливістю збереження, щонайменше, частині відеоданих, одержуваних із пристроєм збору відеоданих.

Інтерфейсний пристрій виконаний із забезпеченням можливості вказівки, щонайменше, одним користувачем відеокамери, відеодані з якої необхідні для перегляду, і/або відеоданих, необхідних для перегляду.

Пристрій трансляції відеоданих виконано з можливістю одержання із пристроєм збору відеоданих і/або колекторного запам'ятовувального пристрою відеоданих і передачі в пристрій кешування, щонайменше, частині відеоданих, відповідно до вказівки користувача, у вигляді фрагментів заданої тривалості.

Пристрої кешування виконані з можливістю з'єднання із системою передачі даних користувачеві й з можливістю передачі, щонайменше, частині відеоданих користувачам через систему передачі даних, причому пристрій балансування навантаження пристроїв кешування виконано з можливістю передачі в пристрій трансляції відеоданих і/або пристрій кешування команди про передачу, щонайменше, частині відеоданих у заданий пристрій кешування.

Пропонується система, здатна відображати по запиті відеозображення спільно зі звуковим супроводом і утримуючою множиною камер, здатних захоплювати відеозображення, пристрій відеоспостереження, що містить модуль стиску відеосигналу, що надходить від камер, модуль програмування архівування відеозаписів, здатне обробляти відеосигнали, стислі модулем стиску, запам'ятовувальний пристрій для архівування відеозаписів, здатне зберігати стислі відеосигнали, вторинний модуль стиску відеосигналу, підключений до запам'ятовувального пристрою й здатний стискати відеозображення, отримане від запам'ятовувального пристрою, у формат, обраний з формату мобільного пристрою, формату веб-відео й формату ТБ-відео, сервер, адаптований до згаданого формату й здатний опитувати запам'ятовувальний пристрій, і здатне здійснювати зв'язок з вилученим мобільним пристроєм, веб-браузером або контролером телевізійного пристрою зображення й зі шлюзом платежу, що відповідає згаданому формату, і в якому архівіровані відеозображення стискаються й ретранслюються на сервер і потім на згадані мобільний пристрій, веб-браузер або контролер телевізійного відображення по запиті від сервера при ініціюванні запитом від будь-якого з вилученого мобільного пристрою, веб-браузера або контролера телевізійного відображення для конкретного відеозображення, один раз авторизованого згаданим засобом платежу.

## **CUDA**

CUDA (англ. Compute Unified Device Architecture) – технологія GPGPU (англ. General-purpose computing on Graphics Processing Units), що дозволяє програмістам реалізовувати мовою програмування C алгоритми, що виконуватимуться на графічних процесорах Geforce восьмого покоління і вище (Geforce 8 Series, Geforce 9 Series, Geforce 200 Series), Nvidia Quadro і Tesla компанії Nvidia. Технологія CUDA розроблена компанією Nvidia.

Технологія CUDA – це середовище розробки на C, яка дозволяє програмістам і розробникам писати програмне забезпечення для вирішення складних обчислювальних завдань за менший час завдяки багатоядерній обчислювальній потужності графічних процесорів. Простіше кажучи, графічна підсистема комп'ютера з підтримкою CUDA може бути використана, як обчислювальна.

CUDA дає розробникові можливість на свій розсуд організувати доступ до набору інструкцій графічного прискорювача і управляти його пам'яттю, організувати на ньому складні паралельні обчислення. Графічний процесор з підтримкою CUDA стає потужною програмованою відкритою архітектурою подібно до сьогоднішніх центральних процесорів.

Все це надає в розпорядження розробника низькорівневий, розподілюваний і високошвидкісний доступ до устаткування, роблячи CUDA необхідною основою при побудові серйозних високорівневих інструментів, таких як компілятори, зневаджувачі, математичні бібліотеки, програмні платформи.

Використовує grid-модель пам'яті, кластерне моделювання потоків і SIMD інструкції. Застосовується в основному для високозатратних графічних обчислень і розробок nvidia-сумісного графічного API. Включена можливість підключення до застосунків, що використовують OpenGL 9 і Microsoft Direct3D. Створений у версіях для Linux і Windows.

Первинна версія CUDA SDK була представлена 15 лютого 2007 року. У основі CUDA API лежить розширена мова C. Для успішної трансляції коду цією мовою, до складу CUDA SDK входить власний C-компілятор командного рядка nvcc компанії Nvidia. Компілятор nvcc створений на основі відкритого компілятора.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем передачі відеоданих з використанням технології CUDA; Досліджена система передачі відеоданих з використанням технології CUDA; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання передачі відеоданих з використанням технології CUDA. 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., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
4. 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.
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. 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. 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., Kuzne tsov 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. 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.
  14. 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.
  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. 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.
  17. 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.
  18. 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.
  19. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральнoукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
  20. 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.
  21. 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

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

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДЕОПОТОКУ

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

**Постановка проблеми.** Стабілізація відео є одним із найбільш фундаментальних і складних завдань обробки відео, яке може бути широко застосоване в багатьох сферах, таких як відеоспостереження, робототехніка, безпілотні літальні апарати та смартфони. Це технологія покращення відео, спрямована на покращення оригінальної якості відео шляхом усунення потенційно хиткого руху камери. Загалом звичайні методи можна розділити на три типи: 2D, 3D та 2.5D моделі, які переважно мають обмеженість. За останнє десятиліття глибоке навчання з'явилося як потужна техніка для вивчення представлень функцій безпосередньо з даних, що призвело до значного прогресу в стабілізації відео. Однак попередні дослідження зосереджені на звичайних методах і не мають порівняння ефективності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи стабілізації та підвищення якості відеопотоку.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи стабілізації та підвищення якості відеопотоку.

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

- Огляд існуючих систем стабілізації та підвищення якості відеопотоку.
- Дослідження системи стабілізації та підвищення якості відеопотоку.
- Програмна реалізація системи стабілізації та підвищення якості відеопотоку.

*Об'єктом дослідження* є процес стабілізації та підвищення якості відеопотоку.

*Предметом дослідження* є методи стабілізації та підвищення якості відеопотоку.

*Методи дослідження* базуються на методах комп'ютерної графіки, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

**Виклад основного матеріалу.** Зі стрімким розвитком комп'ютерів і мультимедіа в 21-му столітті смартфони стали частіше використовуватися в повсякденному житті, а носяться пристрої (Google Glass [1] тощо) поступово привертають увагу. Більшість цих портативних пристроїв мають можливості камери, але відео, зняті ними, страждають від небажаних рухів, які виглядають як неконтрольоване коливання всього кадру. Це коливання може призвести до ефекту розмиття та значно погіршити якість відео. Згідно з суб'єктивними дослідженнями, нестабільність відео легко сприймається людьми. Ці нестабільності

проявляються як різкий рух або коливання різних частот, що може вплинути на зорове сприйняття. Крім того, швидкі рухи викликають артефакти коливань і геометричні спотворення для ручних пристроїв, оснащених датчиком рухомих затворів у знятій сцені.

Для вирішення цих проблем фотографи зазвичай використовують професійне фотообладнання. Наприклад, фотографи використовують штатив для стабілізації камери або візок для зйомки, щоб досягти кращої стабілізації відео. Однак стрілецьке обладнання дороге, громіздке і малодоступне для любителів. У результаті стабілізація відео поступово стала гострою темою досліджень. Стабілізація відео використовує апаратне або програмне забезпечення для стабілізації нестабільних відеопослідовностей. Якість відео можна покращити шляхом зменшення або усунення небажаних коливань. Стабільне відео може краще відтворювати деталі, і його непрості викликати втому зору. Стабілізацію відео можна застосувати до багатьох областей, включаючи відеоспостереження, безпілотні літальні апарати (БПЛА) і смартфони. Це також може підвищити точність і надійність виявлення об'єктів, відстеження та одночасної візуальної локалізації та картографування (SLAM). Стабілізація відео також може покращити ступінь стиснення даних під час обробки відео.

Стабілізація відео пройшла три етапи: *механічна*, *оптична* та *цифрова* стабілізація. Для *механічної* стабілізації використовується пристрій, відомий як гіростабілізатор. Гіростабілізатор – це невидимий штатив, вбудований у камеру, який компенсує зняте відео та виводить стабілізоване відео. Однак ці пристрої важкі та споживають більше енергії, що робить їх непридатними для програм обробки зображень, чутливих до енергоспоживання та обмежених корисним навантаженням, наприклад портативних пристроїв.

*Оптична* стабілізація широко використовується в таких смартфонах, як Samsung, Apple тощо, і серйозних дзеркальних камерах, таких як Nikon, Canon тощо. Ця стабілізація переміщує групу лінз у площині, перпендикулярній до оптичної осі, щоб компенсувати вібрацію зображення та досягти стабілізації зображення. Однак оптичні компоненти є відносно дорогими і легко піддаються впливу світла, тому кінцеві результати можуть бути невдалими.

*Цифрова* стабілізація безпосередньо оцінює вектори руху послідовних кадрів без апаратних пристроїв. Нерівний компонент відокремлюється за допомогою фільтрації та видаляється за допомогою компенсації руху. Нарешті, кадри реконструюються за допомогою деформації зображення.

У порівнянні з двома наведеними вище стабілізаціями відео стабілізація цифрового відео має такі переваги: низька вартість, малий розмір, легка вага та хороша стабілізація. У той же час він може виконувати як онлайн, так і офлайн обробку залежно від потреб. Ця стаття присвячена, зокрема, рішенням цифрової стабілізації відео (DVS).

У сфері стабілізації відео є три репрезентативні дослідження [4], [5], [6]. Однак література [4] зосереджена лише на традиційних методах, відсутній огляд методів, заснованих на глибокому навчанні. У літературі [5] далі обговорюються методи, засновані на глибокому навчанні, і критерії оцінки якості, але відсутні комплексні опитування щодо методів, заснованих на глибокому навчанні, і порівняння ефективності. Література [6] охоплює та обговорює традиційні методи, засновані на глибокому навчанні, але не обговорює критерії оцінки якості, набори даних і результати основних методів стабілізації. Таким чином, більш поглиблене дослідження стабілізації відео є необхідним для кращого керівництва майбутнім дослідженням. У цій статті представлено комплексне дослідження звичайних методів і методів, заснованих на навчанні. Крім того, ми представляємо та обговорюємо оцінку якості, набори даних і методи SOTA [7], [8], [9].

Порівняно з існуючими опитуваннями [4], [5], [6] основний внесок нашої роботи підсумовується таким чином:

- Надаємо повний огляд найбільш типових методів стабілізації відео;
- Представляємо та обговорюємо комплексні метрики оцінки стабілізації відео;



– Підсумовуємо та обговорюємо ефективність найсучасніших методів на чотирьох загальнодоступних наборах даних;

Далі обговорюємо деякі виклики та майбутні напрямки для завдань стабілізації відео.

### **Звичайна цифрова стабілізація відео**

Цифрова стабілізація відео зазвичай використовує «триетапний» підхід:

- оцінка руху;
- компенсація руху;
- деформація зображення.

Першим кроком є створення моделі руху та оцінка глобальних векторів руху. На наступному кроці модель руху використовується для усунення тремтіння для забезпечення стабільного руху камери. Нарешті виконується деформація зображення на згенерованому стабільному шляху камери. Методи автономної стабілізації мають тенденцію обробляти всі кадри перед наступним

### **Стабілізація цифрового відео на основі глибокого навчання**

З розвитком глибокого навчання в останні роки для стабілізації цифрового відео було запропоновано все більше і більше методів на основі згорткових нейронних мереж (CNN). Замість явного обчислення траєкторії камери ці методи моделюють підхід до навчання під наглядом. Методи, засновані на CNN, є більш надійними, ніж традиційні методи стабілізації, оскільки вони вправні у вилученні абстрактних ознак великої розмірності замість того, щоб покладатися на штучне вилучення та зіставлення ознак.

### **Оцінка якості стабілізації цифрового відео**

У стабілізації відео візуальний дискомфорт, спричинений нерегулярним рухом камери, і артефакти, спричинені процесом стабілізації, призведуть до погіршення якості відео. Оцінка якості стабілізації відео в основному призначена для оцінки якості відеопослідовності, яка є основним показником для вимірювання прогресивної та найсучаснішої стабілізації відео.

### **Публічні набори даних**

Набори даних зіграли важливу роль у стабілізації відео. Протягом останніх років були створені різні набори даних, щоб мотивувати дослідників пропонувати методи з кращими характеристиками. Деталі цих найбільш репрезентативних наборів даних, які використовуються в задачах стабілізації відео:

- Набір даних **HUJ**, запропонований Goldstein et al. складається з 42 відеорядів, які в основному є сценами водіння, динаміки, масштабування та ходьби.
- Набір даних **NUS** складається з 144 відеопослідовностей.

### **Виклики та майбутні напрямки**

Незважаючи на те, що найсучасніші методи стабілізації відео досягли швидкого розвитку та багатообіцяючого прогресу, особливо на деяких загальнодоступних контрольних наборах даних, існує багато викликів і відкритих проблем. Нижче ми обговорюємо поточні виклики та напрямки майбутніх досліджень.

**Оцінка руху.** Найбільш значимим у системах відеоспостереження є модуль детектора руху, оскільки при виявленні руху встає необхідність залучення уваги оператора. Існує велика кількість методів виявлення руху, однак багато які є досить складними з обчислювальної точки зору. До самих швидкодіючих методів визначення руху відносяться методи на основі вирахування тла й порівняння сусідніх кадрів. У їхню основу заставляється порівняння поточного кадру з попереднім або з деяким опорним кадром. При цьому для обчислення різниці між кадрами існують три основних підходи по обчисленню значень на основі компонентів колірної моделі RGB, яскравості пікселів, хроматичних компонентів колірної моделі YUV.

Для розрахунку величини руху був розроблений метод, що припускає використання факторів колірного посилення із застосуванням обчислення значення на основі колірної моделі RGB. Розрахунок абсолютної різниці між значеннями колірних компонентів R, G, B

(Red, Green, Blue) пікселів аналізованих кадрів  $I_{op}$  і  $I_{curr}$  проводиться в нормованому діапазоні  $[0..1]$ .

Як опорний кадр можна використовувати як попередній, так і фоновий кадр.

Далі використовується формула для розрахунку величини зміни пікселя в нормованій формі колірної моделі RGB.

Найчастіше шум у кадрах може бути зарахований як зміна в пікселі, і в підсумку у великій кількості цей шум буде впливати на величину руху. Для зменшення впливу шуму на величину руху необхідна додаткова корекція. Вона відбувається залежно від устанавленого граничного значення  $[TS]$  і коефіцієнта придушення малих відхилень  $[Lc]$ .

Параметр коефіцієнта придушення малих відхилень обчислюється на основі експериментальних досліджень і може бути скоректований під час налаштування параметрів системи.

Значення величини, що характеризує рух між двома кадрами (зміни в кадрі), обчислюється на підставі загальної величини, що характеризує зміна значень пікселів аналізованої області кадру.

Для класифікації руху використовується значення величини, що характеризує рух між двома кадрами, при цьому слід зазначити, що залежно від сцени діапазони класифікації руху можуть варіюватися.

Для можливості зберігання інформації про рух був створений власний формат зберігання відеоданих. Спроекована структура файлу складається із двох основних блоків – заголовної частини й блоку даних. У заголовній частині описуються параметри камери, характеристики відеозапису, а також індексне поле, що містить інформацію про рух, тимчасові мітки й т.п. Запропонована структура файлу дозволяє здійснювати швидку навігацію й перевантажувати параметри оцінки руху, що зберігаються в заголовній частині. Наявність в індексному полі посилального зв'язку дає можливість організації проріджування відеопослідовності шляхом видалення кадрів, у яких або відсутній, або зафіксований дуже малий рух.

### **Стабілізація відеоданих**

Модуль стабілізації відеопослідовності націлений на придушення небажаної вібрації руху внаслідок механічного тремтіння камери й погодних умов, а також на синтез нових зображень послідовності з урахуванням стабілізації траєкторії руху камери. При використанні стаціонарних IP-камер на відкритому просторі тремтіння кадру може виникати при русі камери або під впливом вітру. Для поліпшення якості відеопослідовності розроблений алгоритм стабілізації, що відрізняється від відомих знаходженням мінімальної відстані між блоками й заснований на виводі функції вартості, шляхом відновлення границь кадру й за допомогою тимчасових фільтрів для поліпшення якості відеопотоку.

Після одержання кадру перебувають локальні вектори руху із застосуванням методу відповідності блоків. Для кожного блоку пікселів на попередньому кадрі шукається відповідний блок на поточному кадрі [1]. Функція порівняння переданих блоків, використовуючи метрику PSNR, розраховує різницю між кадрами. Розрахунок глобального вектора руху виробляється на основі знайдених локальних векторів.

Після знаходження глобального вектора руху кадру виконується компенсація руху. Даний етап розкладається на два завдання:

- облік глобального руху кадру;
- відновлення границь, що випали за рамки кадру [2].

Коректування знайденого тремтіння кадру виконується шляхом зрушення наступного кадру в напрямку, зворотному знайденому вектору глобального руху. Таким чином, відбувається зсув зображення на трохи пікселів, при цьому необхідно враховувати зміну границі кадру. Щоб уникнути втрати області видимості, частина інформації для граничних пікселів береться з попередніх кадрів відеопослідовності.

Останнім етапом пропонованого алгоритму стабілізації відео є постобробка кадру. Для неї використовуються автоматична корекція, а також обробка модифікованим для

декількох кадрів фільтром 2d\_cleaner. У цьому фільтрі для кожного пікселя зображення розраховується значення з урахуванням околиці.

Реалізація модифікованого фільтра 2d\_cleaner виконана з урахуванням обробки по тимчасовій осі декількох кадрів відеопослідовності, що дозволяє зменшити вплив перешкод після стабілізації. У ході експериментів було з'ясовано, що для відеопослідовності, отриманої зі стаціонарної IP-камери, при виконанні такої фільтрації доцільне використання двох або трьох попередніх кадрів.

### **Нелінійне поліпшення якості зображення**

Оскільки в більшості випадків при організації зовнішнього відеоспостереження виникає завдання поліпшення візуальної якості відеопотоку для його кращого сприйняття оператором, в основу модуля поліпшення якості зображень була покладена модифікований алгоритм Multi-Scale Retinex (MSR), що імітує візуальну систему людини [3]. Реалізація алгоритму у вигляді окремого модуля надає можливість через ядро системи робити поліпшення візуальної якості зображень у повноформатному виді тільки для відображуваного на екрані відеопотоку.

MSR-алгоритм стискає динамічний діапазон зображення зі збереженням (збільшенням) локального контрасту в погано і яскраво освітлених областях. Класичний багатомірний MSR-алгоритм [4] є зваженою сумою одомірних SSR-алгоритмів (Single-Scale Retinex) для різних масштабів.

Розмірність вектора масштабів звичайно вибирається не менше 3. При проведенні експериментів значення склали 13, 87, 180. Ваговий вектор  $w$ , як правило, має елементи з рівними значеннями.

Однак класичний алгоритм MSR приводить до перекручування кольору зображення, тому що значення кожної колірний складової пікселя (наприклад в RGB-просторі) замінюється відношенням її вихідного значення до середнього значення даної колірний складової навколишніх пікселів. Існують кілька рішень даної проблеми. Так, деяке поліпшення результатів спостерігається при переході в інші колірні простори з явним поділом яскравості і відтіночності складових (HIS-, HSV-, HSL-простору). Однак кращий ефект досягається при використанні моделі нормалізованого поділу яскравості і відтіночності складових.

Через характеристики логарифмічної функції MSR-алгоритм робить деталі зображення більше помітними в тінювих областях, чим у засвічених [3]. Щоб зробити деталі помітними в засвічених областях, можна застосувати логарифмічну функцію до інвертованого зображення. Будеться модифікована логарифмічна функція  $L(I(x,y))$ , що залежить від граничного значення  $Th$ , обраного користувачем.

Об'єднання галузей дає класичному алгоритму MSR можливість підвищувати контрастність деталей в областях підвищеної яскравості (для прикладу на рисунку 2 область підвищеної яскравості виділена замкнутим контуром). Використання такого виду логарифмічної функції в певній мері підвищує контрастність деталей інформативної області типових розподілів яскравості (60-200), але в значно меншій мері, чим у затінених ділянках і ділянках з високою яскравістю.

Однак вихідного дані MSR-алгоритму з модифікованою логарифмічною функцією перебувають поза динамічним діапазоном зображення [3]. Щоб привести значення до динамічного діапазону зображення [0, 255], зробимо коректування вихідного зображення на основі коригувального коефіцієнта й середнього значення яркостей пікселів обробленого зображення:

### **Експериментальні результати**

Для оцінки ефективності й доцільності використання запропонованих методів було розроблене експериментальне ПЗ. Перевірка методів виявлення руху й збір статистики здійснювалися з використанням відеоданих з дев'яти IP-камер, розташованих як на жвавих вулицях, так і в місцях з мінімальним рухом. Дослідження проводилося на 57 послідовностях по 1500 кадрів у кожній. Порівняння в розробленому методі руху здійснювалося при

однаковому способі обчислення величини руху, відмінність полягало в різних способах формування значення абсолютної різниці, тобто використанням трьох основних підходів.

Найбільшу ефективність запропонований метод показав у колірній моделі RGB з використанням фактора колірного посилення 4. Для з'ясування можливості прискорення роботи алгоритму обчислення величини руху був проведений ряд експериментів. Для оцінки швидкодії й точності роботи детектора руху використовувалися кадри різного масштабу, тому що зменшення аналізованого зображення дає істотне збільшення швидкості роботи. У таблиці наведені дані про точність визначення руху й рівні помилкового визначення руху.

Таблиця 1 – Якість детектування руху залежно від масштабу кадрів

Показник якості, %	Масштаб кадрів, %							
	100	70	60	50	40	30	20	10
Точність визначення руху	94,31	95	94,5	93,77	95,01	94,27	88,4	78
Помилкове визначення руху	2,78	3,19	3,6	3,28	5,6	4,1	7,8	23,8

Для оцінки якості стабілізації було проведено тестування методом, запропонованим у роботах зі стабілізації відеоматеріалу [1]. Для вихідної відеопослідовності й стабілізованого відеоматеріалу перебуває різниця між попереднім і поточним кадрами по метриці PSNR. Застосування просторово-тимчасового фільтра 2d\_cleaner при стабілізації відеоматеріалу значно поліпшує якість, усуваючи сліди дрібного тремтіння відеопослідовності, від якого не вдалося позбутися при стабілізації. PSNR-значення стабілізованої послідовності помітно вище, що показує меншу різницю між кадрами (більше низьке тремтіння кадру). При застосуванні тимчасового фільтра PSNR-значення відеопослідовності збільшується в межах 30 %. Перевірка модуля поліпшення візуальної якості виконувалася на послідовностях, що містить переключування, викликані різними природними явищами й умовами освітлення.

На закінчення можна зробити наступні висновки. Пропонована система відеоспостереження з можливістю поліпшення візуальної якості дозволить підвищити ефективність роботи служби охорони завдяки можливостям поліпшення візуальної якості відображуваних даних і стабілізації відеопотоку. Запропоновані детектор руху й формат зберігання відеоданих дозволять більш гнучко управляти переглядом подій без необхідності виконання розрахунку параметрів руху при кожному перегляді відеоархіву. При зміні масштабу від 100 до 30 % фактор руху, що характеризує точність визначення руху, перебуває на схожому рівні, а при масштабі менш 15 % значно погіршується. Використання стабілізації відеопотоку дозволяє підвищити якість знаходження руху в середньому на 2-7 % залежно від ступеня тремтіння камери, оскільки цей фактор значно впливає на роботу алгоритму. Застосування стабілізації відеопотоку також поліпшує можливості візуального спостереження для оператора.

#### **Розробка структурної схем**

Для розробки системи було вирішено використовувати модульний підхід, оскільки застосування модульної організації при реалізації системи дозволить надалі з мінімальними вкладеннями виконувати модернізацію або розширення системи в цілому. Модульна архітектура також надає більше великі можливості по налагодженню.

Основними модулями пропонованої системи відеоспостереження є модулі поліпшення якості зображення, детектора руху й стабілізації відео. Крім них, з ядром системи зв'язані модулі взаємодії з камерами, із БД і модулі користувальницького інтерфейсу

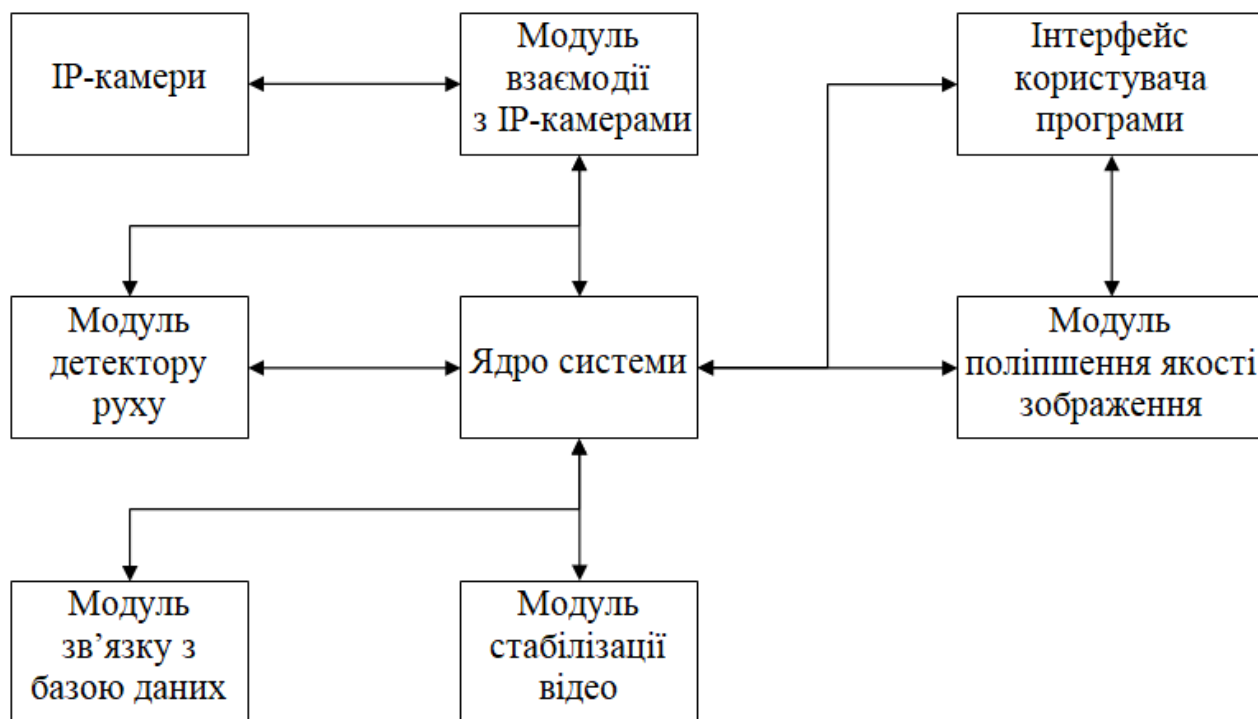


Рисунок 1 – Структурна схема системи

При отриманні зображення з веб-камери існує ряд артефактів та іншого, зображення в деяких випадках має вкрай малу якість. При установці на території установ комплексів відео спостережень, фірма звільняє десятки співробітників, що у результаті дає пряму фінансову вигоду і підвищує працездатності колективу.

Але якщо використовуються недосконалі алгоритми роботи це приводить до краху системи безпеки. У зв'язку з швидкими темпами розвитку устаткування відеоспостереження вітчизняного виробництва, внутрішньому ринку систем безпеки потрібні універсальні алгоритми обробки потоків відео інформації.

Програмні можливості: Можливість обробки всіх видів вхідних відео потоків інформації за допомогою використання WDM драйверів, таких пристроїв як веб-камера, відеокамера і т.п.; Блок ведення статистики роботи програми; Блок обробки відео даних (з обробкою); Система автоматичного збереження відео потоку.

Характеристики ПЗ:

- Малий розмір програмного забезпечення (оптимізований код).
- Розширена довідкова система.
- Перевірка підключення веб-камери до хост-контролера USB.
- Модульна структура програмного забезпечення.
- Трансляція відео потоку у глобальну мережу при необхідності.

Розроблені алгоритми крім реалізованого ПЗ можливо застосовувати в інших програмах за допомогою підключення DLL файлу у стороні розробки. В системах відео спостереження на заводах, продовольчих магазинах самообслуговування, на територіях паркінгів, книгарнях. В комплексах відео спостереження, систем правоохоронних органів початкового рівня. Як комплекс вивчення характеристик і властивостей відео і аудіо сигналу у вищих учбових закладах. В домашніх системах вуличного або кімнатного відео спостереження. Для передачі масивів інформації через глобальну мережу Інтернет. Як комплекс вивчення алгоритмів обробки зображень.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів стабілізації та підвищення якості відеопотоку. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем стабілізації та підвищення якості відеопотоку; Досліджена система стабілізації та підвищення якості

відеопотоку; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи стабілізації та підвищення якості відеопотоку. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання стабілізації та підвищення якості відеопотоку. 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., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
2. 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.
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. 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. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
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. 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.
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. 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., 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.
18. 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.
19. 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.

20. 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).
21. 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
22. 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.

УДК 004

О.Лопотуха, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ GPS ПРИСТРОЮ НА ОСНОВІ ПРОЦЕСОРА ARM CORTEX-A15 MPCORE

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Об'єктом дослідження є процес GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Предметом дослідження є методи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Методи дослідження базуються на методах теорії геопозиціонування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Тримати завжди під рукою, а саме у своєму пристрої, установлені програми GPS-навігації просто необхідно, особливо для тих, хто часто подорожує по незнайомих містах і країнам або не представляє життя без походів на природу.

Ще однією причиною використання навігаторів є "вічні" пробки на дорогах. Відповідно до статистики, людина з особистим автомобілем за все життя простоює в пробках у середньому біля двох років.

Програми для навігації на вашому пристрої зможуть виручити вас у саму важку хвилину.

Навігатор дозволяє будувати маршрути для поїздок на суспільному транспорті або на особистому автомобілі з можливістю об'їзду пробок, знаходити адреси й організації з урахуванням вашого місцеположення.

Навігатор вчасно перебудовує маршрут, залежно від пробок і інших подій на дорогах, при цьому супроводжує кожний маневр маршруту голосовими підказками.

Цей додаток може попереджати на дорогах про камери ДПС, аварії, ремонтні роботи і інші події. Також навігаційний додаток здатний показувати додаткову інформацію про будинки, організації й інші об'єкти на карті.

Можна вказати проміжні точки маршруту, які вам необхідно відвідати по шляху в пункт призначення. Є присутньою можливість збереження потрібних адрес у Вибраному з метою наступного швидкого доступу до них.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи gps пристрою на основі процесора arm cortex-a15 mpcore.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.

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

- Огляд існуючих систем GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.
- Дослідження системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.



– Програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.

*Об'єктом дослідження є процес GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.*

*Предметом дослідження є методи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.*

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

**Виклад основного матеріалу.** Навігаційна система, заснована на супутниках, як Глобальна система позиціонування (GPS), складається з 24 супутникової мережі, розташованих на орбіті через Міністерство оборони США. Ця система в основному призначена для військових застосувань; однак у 1980 році уряд зробив систему доступною для цивільного використання. Ця система працює в будь-якому середовищі по всьому світу протягом 365 днів у будь-який час. GPS містить 24 супутники, які обертаються навколо сфери кожні 12 годин, щоб надати інформацію про час, положення та швидкість у всьому світі. Основною функцією GPS є точне визначення місць на земній кулі шляхом визначення відстані від супутників. Ця система дозволяє іншим чином записувати точні місця на земній кулі та допомагати вам орієнтуватися з цих місць. В основному ця система була розроблена в основному для військових застосувань, але в 1980 році вона стала доступною для цивільного використання. У цьому розділі розглядається огляд системи GPS, її роботи та використання.

### **Що таке система GPS?**

**Визначення.** Повний термін GPS – це «система глобального позиціонування», яка є супутниковою навігаційною системою, яка надає користувачеві інформацію про місцезнаходження та час за будь-яких кліматичних умов. GPS також використовується для навігації в літаках, кораблях, автомобілях і вантажівках. Система надає важливі можливості військовим і цивільним користувачам по всьому світу. GPS забезпечує безперервне тривимірне позиціонування, навігацію та час у всьому світі в реальному часі.

### **Як працює система GPS?**

GPS складається з трьох сегментів:

- Космічний сегмент: супутники GPS.
- Система контролю, якою керують військові США,.
- Сегмент користувачів, який включає як військових, так і цивільних користувачів та їх GPS-обладнання.

### **Космічний сегмент**

Космічний сегмент – це кількість супутників у сузір'ї. Він складається з 29 супутників, які обертаються навколо Землі кожні 12 годин на висоті 12 000 миль. Функція космічного сегмента використовується для сигналів маршруту/навігації, а також для зберігання та повторної передачі повідомлення маршруту/навігації, надісланого сегментом керування. Ці передачі контролюються дуже стабільними атомними годинниками на супутниках. Космічний сегмент GPS утворений сузір'ям супутників із достатньою кількістю супутників, щоб гарантувати, що користувачі матимуть у полі зору принаймні 4 супутники одночасно з будь-якої точки на поверхні Землі в будь-який час.

### **Контрольний сегмент**

Сегмент керування складається з головної станції керування та п'яти станцій моніторингу, обладнаних атомними годинниками, які розміщені по всьому світу. П'ять станцій моніторингу відстежують сигнали супутників GPS, а потім надсилають кваліфіковану інформацію на головну станцію керування, де відхилення переглядаються та надсилаються назад на супутники GPS через наземні антени. Сегмент керування також називається станцією моніторингу.

### **Сегмент користувача**

Сегмент користувача складається з приймача GPS, який приймає сигнали від супутників GPS і визначає, на якій відстані він знаходиться від кожного супутника. В основному цей сегмент використовується для армії США, систем наведення ракет, цивільних програм для GPS майже в усіх сферах. Більшість цивільних використовують це від обстеження до транспортування до природних ресурсів, а звідти – для сільськогосподарських цілей і картографування.

### **Наскільки точний GPS?**

Зараз приймачі GPS є дуже точними, і їхня точність в основному залежить від численних змінних, зокрема іоносфери, доступних супутників, міського середовища тощо. Існують деякі фактори, які перешкоджають точності GPS, як-от наведені нижче.

### **Фізичні перешкоди**

Вимірювання часу прибуття може спотворюватись через великі масиви, такі як будівлі, гори, дерева тощо.

### **Атмосферні ефекти**

На пристрої GPS переважно впливають сонячні бурі, сильний штормовий покрив, іоносферні затримки тощо.

### **Ефемериди**

У супутника орбітальна модель може бути неточною, інакше застарілою, хоча це стає дедалі рідкісним явищем.

### **Чисельні прорахунки**

Це може бути функція, якщо апаратне забезпечення пристрою не планується до умов.

### **Штучне втручання**

Штучні перешкоди в основному включають підробку або пристрої GPS-перешкод. На відкритих місцях точність пристрою висока, без сусідніх великих будівель, які можуть перешкоджати сигналу. Отже, цей ефект називається міським каньйоном. Після того, як пристрій потрапить у великі будівлі, супутниковий сигнал спочатку може бути заблокований, потім відбитий від високої будівлі, де б він не зчитувався через пристрій, що призвело до помилок супутникової відстані.

На щастя, проблеми, з якими стикається технологія GPS, були визнані та наближаються до вирішення. Тут точність, що забезпечується високоякісними приймачами, є кращою, ніж точність рівня 2,2 метра, у 95% випадків і вища, ніж точність рівня 3 метри, у 99% випадків.

### **Як GPS визначає положення**

Робота системи глобального позиціонування базується на математичному принципі «трилатерації». Позиція визначається на основі вимірювань відстані до супутників. На малюнку видно, що чотири супутники використовуються для визначення положення приймача на землі. Місцезнаходження цілі підтверджено 4<sup>-м</sup> супутником. І три супутники використовуються для відстеження місця розташування.

Четвертий супутник використовується для підтвердження цільового розташування кожного з цих космічних апаратів. Глобальна система позиціонування складається із супутника, станції керування, станції спостереження та приймача. GPS-приймач отримує інформацію із супутника та використовує метод триангуляції для визначення точного місцезнаходження користувача.

GPS використовується для деяких інцидентів кількома способами, наприклад:

- Визначити розташування позицій; наприклад, вам потрібно передати пілоту гелікоптера по радіо координати вашого місця розташування, щоб пілот міг вас підібрати.
- Для навігації з одного місця в інше; наприклад, вам потрібно проїхати від оглядового пункту до периметру пожежі.
- Створення оцифрованих карт; наприклад, вам призначено накреслити периметр пожежі та гарячі точки.
- Щоб визначити відстань між двома різними точками.

### **Інші системи GPS**

У всьому світі доступні різні системи GPS, як-от GNSS (Глобальна навігаційна супутникова система). Система GNSS класифікується за чотирма типами, як-от GPS у США, ГЛОНАСС у Росії, Galileo у ЄС, BeiDou у Китаї. Крім того, є два регіональні такі системи, як QZSS Японії та IRNSS/NavIC Індії.

### **Системні трекеери GPS**

Загалом існує чотири типи GPS-трекерів, де одні трекеери використовуються для відстеження транспортних засобів, а інші – для спостереження за людьми.

### **Персональні трекеери**

Ці трекеери в основному використовуються для спостереження за людьми/домашніми тваринами. Як правило, ці трекеери використовують для роботи персональних пристрій, а саме кишеньковий чіп або браслет. Після цього пристрої будуть увімкнені. Після ввімкнення оператори можуть дистанційно розміщувати та відстежувати пристрій.

GPS-пристрої відстеження, які використовуються для собак, називаються нашійниками з GPS. Ці пристрої відіграють ключову роль у відстеженні домашніх тварин, наприклад собак. Таким чином, ці нашійники забезпечують спокій, оскільки власники можуть постійно відстежувати та розміщувати своїх собак.

### **Відстеження активів**

Трекеери активів, такі як крихітні радіочіпи чи великі супутникові мітки, використовуються для неавтомобільних предметів, наприклад особистих трекерів. Цей вид стеження використовується в супермаркетах, щоб зупинити крадіжку зі зломом. Тож новим рішенням для цього є відстеження активів.

Після використання цих трекерів можна зменшити крадіжки візків у супермаркетах. Крім того, деякі трекеери збільшаться, розпізнаючи товари в кошику, зіставляючи їх із карткою лояльності покупця та надсилаючи це через рекламну команду!

### **Стільникове відстеження транспортних засобів**

Цей вид відстеження можна здійснювати через супутникову/стільникову мережу, яка майже напевно є одним із найпоширеніших видів відстеження GPS. Цей вид відстеження часто використовується порівняно з супутниковим відстеженням.

Ця система використовує пристрій для збору даних з транспортного засобу, а потім повідомляє дані за допомогою веж стільникового зв'язку. Порівняно з супутниковим відстеженням цей вид відстеження транспортних засобів є менш дорогим і повідомляє швидше. Як правило, компанії-доставники використовують GPS-відстеження, щоб спростити робочий процес обслуговування клієнтів, наприклад, зателефонувати в транспортний засіб і запитати місце, щоб повідомити своїх клієнтів.

### **Супутникове відстеження транспортних засобів**

Порівняно з супутниковим відстеженням транспортних засобів, системи відстеження на основі осередків не працюватимуть належним чином, оскільки вежі осередків зайняті. Супутникове відстеження є найкращим рішенням цієї проблеми, оскільки ці мережі можуть отримувати оновлення з найвіддаленіших районів.

Автотранспортна корпорація Аляски в основному охоплює віддалені райони. Головне завдання GPS-відстеження полягає в тому, щоб отримувати оновлення, навіть коли вежі стільникового зв'язку недоступні. Ці трекеери забезпечують стабільні оновлення, які використовувалися водіями транспортних засобів, щоб викликати допомогу, коли їхні мобільні телефони не працювали.

### **Джерела помилок сигналу GPS**

Сигнал GPS і його точність можуть залежати від таких факторів

### **Затримки в іоносфері та тропосфері**

Супутникові сигнали повільні, тому що вони проходять через атмосферу. Таким чином, ця система використовує фіксовану модель для часткового виправлення помилки.

### **Багатопроменевість сигналу**

Сигнал GPS може відбиватися від таких об'єктів, як великі скелі, високі будівлі, перш

ніж досягти приймача, щоб збільшити час проходження сигналу та спричинити помилки.

#### **Помилки CLK приймача**

Вбудований GPS-годинник у приймач може містити невеликі помилки синхронізації, оскільки він є низькоточним порівняно з атомними годинниками на супутниках GPS.

#### **Орбітальні помилки**

Повідомлене місце супутника може бути неправильним.

#### **Помітна кількість супутників**

Точність в основному залежить від того, коли приймач GPS помічає кількість супутників. Якщо сигнал заблоковано, ви можете отримати помилки визначення місцезнаходження. Зазвичай пристрої GPS не працюють під землею, однак нові приймачі з високою чутливістю здатні відстежувати деякі сигнали в будівлях, які знаходяться під деревами.

#### **Супутникова геометрія або затінення**

Супутникові сигнали дуже ефективні, якщо супутники розташовані під широкими кутами, а не в тісній групі чи лінії.

#### **Вибіркова доступність**

Щойно Міністерство оборони США застосує SA (вибіркову доступність) до супутників, сигнали стануть менш точними, щоб підтримувати «ворогів» за допомогою сигналів GPS, які є надзвичайно точними. Щоб підвищити точність цивільних GPS-приймачів, у 2000 році уряд вимкнув Selective Availability, що підвищило точність цивільних GPS-приймачів.

#### **Коди та послуги GPS**

Кожен супутник GPS використовується для передачі двох сигналів з різними частотами, наприклад L1 і L2. Простий метод, як-от трилатерація, використовується для пошуку місцезнаходження, як-от довгота, широта та висота приймача GPS. Цей метод також використовується для вимірювання розташування неідентифікованої точки за допомогою трьох ідентифікованих точок

#### **GPS коди**

GPS-коди доступні двох типів, як-от нижче.

- C/A код або Coarse Acquisition Code.
- P-код або точний код.

Код C/A можна визначити як сигнал із частотою «L1» змінюється за допомогою псевдовипадкової серії бітів 1,023 Мбіт/с і використовується громадськістю. Подібним чином сигнал із частотою «L2» можна змінити за допомогою псевдовипадкової серії бітів 10,23 Мбіт/с, тому це відомо як точний код. Цей код в основному використовується у військових системах позиціонування. Зазвичай цей тип коду передається в зашифрованому форматі, який називається Y-кодом.

P-код забезпечує кращі вимірювання порівняно з грубим кодом збору даних, оскільки швидкість передачі даних цього коду вища, ніж швидкість передачі даних коду грубого збору даних.

#### **Послуги GPS**

Система GPS надає два типи послуг, як-от нижче.

- PPS або служба точного позиціонування.
- SPS або служба стандартного позиціонування.

Приймачі служби точного позиціонування завжди відстежують два коди, такі як код C/A та P-код, на обох сигналах із двома частотами, наприклад L1 та L2. У приймачі Y-код розшифровується для отримання P-коду, тоді як приймачі SPS відстежують просто грубий код збору сигналу з L1.

#### **Використання GPS-приймача**

У системі GPS існує просто односторонній зв'язок від супутника до споживачів. Отже, кожному користувачеві не потрібен передавач, а просто приймач GPS. Здебільшого він

використовується для виявлення точного місцезнаходження об'єкта. Він виконує це завдання за допомогою сигналів, отриманих із супутників. Блок-схема приймача GPS показана нижче, де кожна функція блоку присутня в приймачі, яка зазначена нижче.

#### **Приймальна антена**

Ця антена приймає супутникові сигнали, і в основному це антена з круговою поляризацією.

#### **МШУ (підсилювач з низьким рівнем шуму)**

Цей вид підсилювача посилює слабкий отриманий сигнал

#### **Понижуючий конвертер**

Цей вид перетворювача змінює частоту сигналу, який приймається, на сигнал ПЧ (проміжної частоти).

#### **Підсилювач ПЧ**

Цей вид підсилювача використовується для зміни сигналу ПЧ (проміжної частоти).

#### **АЦП**

Аналого-цифровий перетворювач використовується для перетворення сигналу з аналогового в цифровий. Проаналізуйте два блоки, а саме дискретизацію, а також квантування, які присутні в аналого-цифровому перетворювачі.

#### **DSP**

Цифровий сигнальний процесор створює грубий код збору даних.

#### **Мікропроцесор**

Мікропроцесор виконує обчислення позиції та надає синхронізацію сигналу для керування процесом додавання цифрових блоків. Він передає корисні дані на дисплей, щоб відобразити їх на дисплеї.

Існує кілька різних моделей і типів приймачів GPS. Під час роботи з GPS-приймачем важливо мати:

- Компас і карта.
- Завантажений кабель GPS.
- Деякі додаткові батареї.
- Знання про обсяг пам'яті приймача GPS для запобігання втраті даних, зменшення неточності даних або інших проблем.
- По можливості використовуйте зовнішню антену, особливо під кронами дерев, у каньйонах або під час руху.
- Налаштувати GPS-приймач відповідно до інциденту або нормативних актів агентства; система координат.
- Примітки, які описують, що ви зберігаєте в приймачі.

#### **Помилка GPS**

Існує багато джерел можливих помилок, які погіршують точність позицій, обчислених приймачем GPS. Час подорожі супутникових сигналів GPS може змінюватися атмосферними впливами; Коли сигнал GPS проходить через іоносферу та тропосферу, він заломлюється, внаслідок чого швидкість сигналу відрізняється від швидкості сигналу GPS у космосі. Іншим джерелом помилок є шум або спотворення сигналу, що спричиняє електричні перешкоди або помилки, властиві самому приймачу GPS.

Інформація про супутникові орбіти також спричинить помилки у визначенні позицій, оскільки супутники насправді не там, де «думав» приймач GPS на основі інформації, яку він отримав під час визначення позицій. Невеликі відхилення в атомних годинниках на борту супутників можуть призвести до великих помилок позиціонування; помилка годинника в 1 наносекунду означає помилку користувача на землі в 1 фут або 3 метри.

Ефект багатопроменевого поширення виникає, коли сигнали, що передаються від супутників, відбиваються від поверхні, що відбиває, перш ніж потрапити на антену приймача. Під час цього процесу приймач отримує сигнал у прямолінійному тракті, а також у затриманому тракті (кілька шляхів). Ефект схожий на привид або подвійне зображення на

телевізори.

### **Геометричне зменшення точності (GDOP)**

Геометрія супутника також може впливати на точність позиціонування GPS. Цей ефект називається зменшенням геометричної точності (GDOP). Це стосується розташування супутників один відносно одного та є показником якості конфігурації супутника. Він може змінювати інші помилки GPS. Більшість GPS-приймачів вибирають групу супутників, яка дає найменшу невизначеність і найкращу геометрію супутника.

Приймачі GPS зазвичай повідомляють про якість геометрії супутника в термінах зменшення точності позиції або PDOP. PDOP буває двох типів: горизонтальні (HDOP) і вертикальні (VDOP) вимірювання (широта, довгота та висота). Ми можемо перевірити якість супутникового позиціонування приймача, доступного на даний момент за значенням PDOP.

Низький DOP вказує на вищу ймовірність точності, а високий DOP вказує на нижчу ймовірність точності. Іншим терміном PDOP є TDOP (Time Dilution of Precision). TDOP означає зсув супутникового годинника. Приймач GPS може встановити параметр, відомий як маска PDOP. Це призведе до того, що приймач ігноруватиме конфігурації супутників, у яких PDOP перевищує вказане обмеження.

### **Вибіркова доступність (SA)**

Вибіркова доступність виникає, коли DOD навмисно погіршується; точність сигналів GPS вносить штучні похибки годинника та ефемерид. Під час впровадження SA це був найбільший компонент помилки GPS, що спричиняло помилку до 100 метрів. SA є компонентом служби стандартного позиціонування (SPS).

### **Переваги**

До переваг системи GPS можна віднести наступне.

- Супутникова навігаційна система GPS є важливим інструментом для військових, цивільних і комерційних користувачів.
- Системи відстеження транспортних засобів. Системи навігації на основі GPS можуть надавати нам вказівки від повороту до повороту.
- Дуже висока швидкість.

### **Недоліки**

До недоліків системи GPS можна віднести наступне.

- Супутникові сигнали GPS надто слабкі порівняно з телефонними сигналами, тому вони не працюють у приміщенні, під водою, під деревами тощо.
- Найвища точність вимагає прямої видимості від приймача до супутника, тому GPS не дуже добре працює в міських умовах.

### **Використання системи GPS**

Системи GPS дуже гнучкі, і ми можемо знайти цю систему в будь-якому секторі промисловості. Зараз GPS відіграє ключову роль у картографуванні лісів; допомагати фермерам збирати врожай на їхніх полях, а пілоти використовують літаки для навігації на землі, інакше в атмосфері. Ці системи є важливими частинами військового застосування та для екстрених екіпажів, щоб знайти людей, які потребують допомоги. Ці технології часто працюють у кількох регіонах, які ми зазвичай не розглядаємо.

Загалом системи GPS діляться на п'ять основних категорій, які включають наступне.

- Розташування використовується для визначення місця розташування.
- Навігація використовується, щоб дістатися з одного місця в інше.
- Відстеження використовується для спостереження за рухом об'єкта в іншому випадку.
- Картографування використовується для створення карт земної кулі.
- Хронометраж – це принести точний час на земну кулю.

У кожному разі використання GPS в основному залежить від вимірювання відстані до людей від багатьох супутників. GPS – це просто одна з різних груп супутників, які використовуються для визначення місця розташування. Чотири основні групи супутників,

які використовуються у всьому світі, це GPS, ГЛОНАСС, Galileo та BeiDou. Ці технології в основному використовують сигнали за допомогою цих супутників для визначення відстані людей від усіх цих супутників. Отже, ці вимірювання можуть визначити, де б людина не перебувала у світі, і як знайти шлях до іншої позиції.

Таким чином, це все про огляд системи GPS, роботу, компоненти, переваги, недоліки та її застосування. Система GPS в основному використовується для визначення надзвичайно точного часу за допомогою рубідієвих годинників над кожним супутником. Ці годинники дозволяють супутникам розпізнавати своє точне місцезнаходження в дуже точний час. Інформацію про час можна використовувати в різноманітних додатках, таких як точне землеробство, морська автономна гідрографія та гідрографія транспортних засобів.

### Розробка структурної схеми

На рисунку 1 представлена структурна схема роботи системи. Основних сторінок (Main Page Basics) у навігаторі усього шість:

- Супутники.
- Карта.
- Навігація.
- Висотомір.
- Шляховий комп'ютер.
- Головне меню.

Звичайно є кнопка Page для перемикавання 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»)

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.

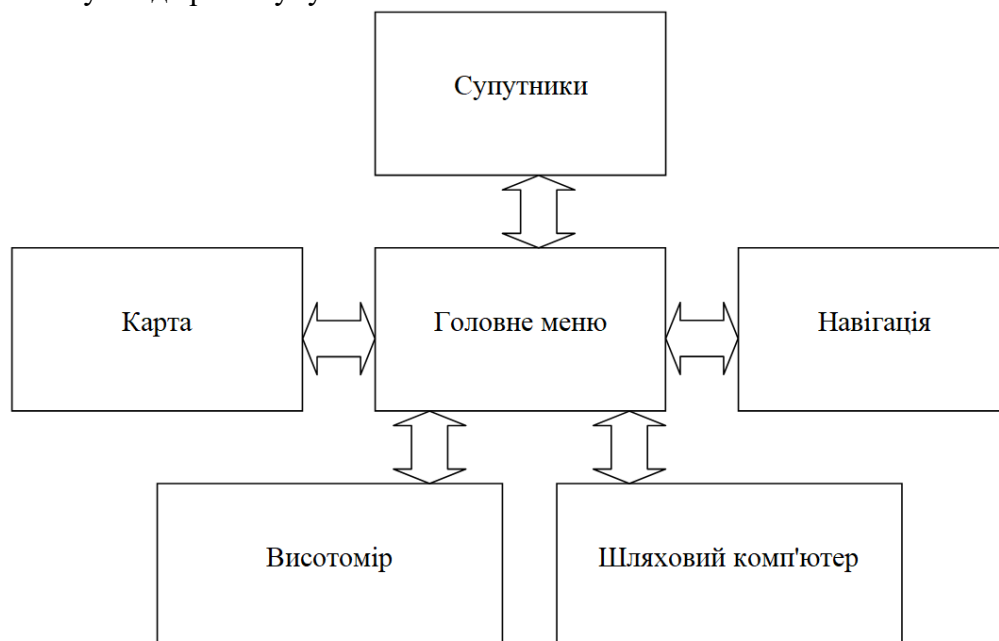


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**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.

Підміну 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.

Додатка (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.

Принцип роботи та склад обладнання системи керування позиціонуванням GPS. Виробник gps-трекера порту obd-II

Система керування GPS-позиціонуванням автомобіля в основному визначається за допомогою GPS автомобіля, і транспортний засіб призначений для керування та відстеження транспортного засобу в поєднанні з системою бездротового зв'язку. Було розроблено систему сигналізації глобального позиціонування транспортних засобів, поліцейські GPS-командні системи тощо. Він використовується для керування розкладом руху міських автобусів, сигналізації та планування руху транспортних засобів і суден у ландшафтній туристичній зоні, а також для планування та моніторингу транспортних засобів і суден від митниці, громадської безпеки, берегової оборони та інших відділів. Основними функціями центру моніторингу є:

1. Функція відстеження даних. Показати положення мобільного автомобіля в реальному часі в списку цнотливості. Наприклад, номер автомобіля, довгота, швидкість, напрямок, час, дата тощо.

Функція стеження за картинкою. Відображення інформації про місцезнаходження мобільного транспортного засобу на фоні відповідної електронної наземної (морської) карти. Електронну наземну (морську) схему можна збільшувати, зменшувати, відновлювати, перемикає. Є два способи отримання: звичайне отримання та випадкові імена. Ви також можете надати функцію вибору траєкторії руху автомобіля.

3. Функція відображення моделювання. Увійдіть у комп'ютер і відобразіть відомості про місцезнаходження цілі. Функція команди рішення. Команди прийняття рішення зв'язуються з мобільними транспортними засобами за допомогою методу зв'язку. Метод зв'язку можна запланувати за допомогою тексту, коду, голосу тощо для досягнення команди планування.

4. Основні функції автомобільної частини включають:

(1) Функція надсилання інформації про позиціонування. GPS-приймач визначає місцезнаходження в режимі реального часу та надсилає інформацію про місцезнаходження в центр моніторингу через радіо.

(2) Функція відображення даних. Покажіть на дисплеї поточне положення вашого транспортного засобу. Такі як довгота, широта, швидкість і напрямок.

(3) Функція отримання команди планування. Отримайте центр моніторингу, щоб надіслати команду для відображення або видачі голосу на дисплеї.

(4) Функція сигналізації. У разі виникнення надзвичайної ситуації водій запускає сигналізацію, і центр моніторингу негайно показує інформацію про транспортний засіб, місце аварії, персонал автомобіля та іншу інформацію.

5. GPS-позиціонування автомобіля – це динамічне навігаційне позиціонування в одній точці. Його точність позиціонування становить близько 100 м зоряної величини. Щоб підвищити точність позиціонування, можна використовувати технологію диференціального GPS.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore; Досліджена система GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. 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., Kiiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
2. 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.
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., Driecieva, H., Drieciev, 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., 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.
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 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.
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 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.
  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., 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.
  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

С.Мажаєв, магістр гр. КН-22М-2

Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АГЕНЦІЇ З ПІДБОРУ ПЕРСОНАЛУ

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

**Постановка проблеми.** Наймання відповідних спеціалістів для вашої організації – непросте завдання. Ви повинні рухатися швидко, щоб залучити потрібних кандидатів до того, як їх захопить конкурент. Проблема в тому, що в процесі найму є багато кроків, які можуть уповільнити процес. Доброю новиною є те, що програмне забезпечення для найму може вирішити обидві ці проблеми. Це дасть вам надійну основу для оптимізації процесу найму та допоможе вам скоротити час найму.

Знайти правильне програмне забезпечення для найму може бути складно, якщо ви вже справляєтеся з великим навантаженням.

Що стосується програмного забезпечення для рекрутингу, то існує безліч платформ, які обслуговують кожен етап процесу рекрутингу. Вони кажуть, що середній рекрутер використовує десь від 11 до 15 різних технологічних інструментів протягом дня.

Це може зайняти багато часу. Можливо, тому багато великих фірм із програмного забезпечення для підбору персоналу купують більше точкових рішень, щоб запропонувати більш надійну єдину платформу, щоб зменшити кількість інструментів, необхідних рекрутерам. Багато постачальників основного програмного забезпечення поспішають запровадити всі функції вдома, таким чином усуваючи необхідність багаторазового входу.

Три основні категорії програмного забезпечення для рекрутингу – це інструменти залучення талантів, інструменти керування талантами та системи HRIS.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи агенції з підбору персоналу.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи агенції з підбору персоналу.

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

- Огляд існуючих систем агенції з підбору персоналу.
- Дослідження системи агенції з підбору персоналу.
- Програмна реалізація системи агенції з підбору персоналу.

*Об'єктом дослідження* є процес агенції з підбору персоналу.

*Предметом дослідження* є методи агенції з підбору персоналу.

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

**Виклад основного матеріалу.** Система відстеження кандидатів (ATS) допомагає компаніям організовувати кандидатів для найму та працевлаштування. Ці системи

дозволяють підприємствам будь-якого розміру та галузей збирати інформацію про кандидатів, організувати перспективи на основі досвіду та навичок, а також фільтрувати кандидатів.

Понад 90% компаній зі списку Fortune 500 наразі використовують систему відстеження кандидатів, щоб краще залучати та конвертувати найкращих талантів.

У той час як традиційні програмні рішення ATS чудово підходять для зберігання інформації про кандидатів, найкращі системи ATS на сьогоднішній день дають змогу групам із залучення талантів як відстежувати всі комунікації з потенційними працівниками в одному місці, так і ефективніше та результативніше залучати, співбесідувати та аналізувати потенційних клієнтів.

Використовуючи провідну систему ATS, рекрутери можуть легко шукати та фільтрувати резюме та іншу інформацію про кандидатів, скорочуючи час на заповнення та гарантуючи, що їхні компанії наймають найкращих людей на кожну посаду.

Якщо ви та інші зацікавлені сторони, які займаються наймом у вашій компанії, задаються питанням: «Як система відстеження претендентів може оптимізувати й покращити наші зусилля з найму та найму?», ви звернулися за адресою.

### **Що таке система відстеження заявників?**

Система відстеження кандидатів спрощує більшу частину сучасного процесу підбору персоналу для команд технічної допомоги, використовуючи автоматизовані інтелектуальні засоби для відбору найкращих, найбільш кваліфікованих кандидатів і дає рекрутерам можливість швидко й ефективно ідентифікувати кваліфікованих кандидатів, спілкуватися з ними, співбесідувати та просувати їх. Оскільки багато відкритих вакансій можуть залучати сотні чи навіть тисячі кандидатів без необхідної кваліфікації (тобто досвіду роботи, освіти, сертифікатів), це економить компаніям і рекрутерам багато часу, який інакше б витратили на ручне відсіювання цих претендентів на роботу.

Використовуючи можливості автоматизації наступного покоління в найкращій у своєму класі системі відстеження кандидатів, повсякденні завдання з найму персоналу можна поставити на відносний автопілот для сучасних команд із залучення талантів. Це також може дати їм більше часу, щоб зосередитися на інших важливих елементах підбору персоналу, зокрема:

- Публікація вакансій на сайтах вакансій і вакансій.
- Підключення до потенційних клієнтів у соціальних мережах (наприклад, LinkedIn).
- Побудова стосунків із зацікавленими шукачами роботи.
- Оцінка рекомендацій співробітників і внутрішніх талантів.
- Виховуючи їх через воронку найму.
- Планування співбесід з потенційними кандидатами.
- Перетворення кандидатів на пізній стадії на нових наймів.
- Повторне відкриття найкращих талантів, які вже є в їхній базі даних.
- Аналіз оновлених даних про наймання в режимі реального часу.

Організації, які не мають передового ATS у своїх відповідних стеках технологій ТА, швидше за все, відставатимуть від інших компаній у плані масштабування своїх компаній за допомогою кращих талантів із бажаною швидкістю. Ці компанії також мають більше шансів програти високоякісних кандидатів одному з багатьох інших роботодавців, чії команди талантів використовують одну з найкращих систем відстеження кандидатів. «З іншими роботодавцями, які шукають таких самих найкращих кандидатів, як і ви, якщо ви не використовуєте технологію, щоб допомогти... із фактичним компонентом відстеження заявників... ви опинитесь у не вигідному становищі», – поділився генеральний директор Employ Піт Лемсон у Подкаст The Use Case від Recruiting Daily.

### **Як працюють системи відстеження заявників?**

Кандидати шукають прості та зручні процеси подання заявки. Найкращі системи відстеження кандидатів дозволяють людям легко подати заявку на вакансію за допомогою будь-якого пристрою без необхідності входити в систему.

Це означає, що роботодавці отримують вигоду від забезпечення більшої кількості кандидатів, яких потім можна позначити відповідним чином на основі інформації в їхніх резюме.

Звідси все, що потрібно зробити рекрутерам, – це відсортувати свою базу даних, відфільтрувавши на основі наборів навичок і шукаючи ключові слова з описів посад, опублікованих всередині та ззовні, щоб знайти сильних кандидатів на відкриті посади.

У процесі відбору персоналу системи відстеження кандидатів дозволяють членам команди найму надавати відгуки відразу після співбесіди з потенційними клієнтами та додавати примітки про кожного кандидата.

Ці бали та примітки, прив'язані до зацікавлених кандидатів, дозволяють менеджерам з найму та іншим особам, які приймають рішення, неупереджено оцінювати перспективи та швидше просувати ідеальних кандидатів.

Більше того, найкращі програмні рішення ATS використовують новітні технології, такі як обробка природної мови та штучний інтелект, щоб сканувати резюме, надавати рекомендації щодо кандидатів, до яких звертатися для вакансій, і шукати таланти, які вас цікавлять, уже в ATS.

А системи відстеження найпопулярніших кандидатів також інтегруються як з популярними, так і з спеціальними дошками вакансій (тобто, спеціальними для певних типів вакансій, як-от техніка та інженерія) і пропонують універсальні оголошення про вакансії одним клацанням миші для публікації списків доступних вакансій на зазначених дошках вакансій. з дивовижною легкістю.

### **Переваги системи відстеження заявників**

Використання системи відстеження заявників має багато переваг. Інвестуючи в вдосконалене програмне забезпечення ATS для вашої команди із залучення талантів, ваш бізнес може розраховувати на покращення таких показників, як ефективність залучення кадрів, швидкість співбесід, загальні витрати на наймання та якість кандидатів.

Деякі з найбільших переваг, які ви та ваша організація можете отримати завдяки найкращій системі ATS, включають:

#### **Скорочено час найму/заміщення критично важливих ролей**

«Щоб заповнити свої відкриті посади якомога найкращими талантами, компанії повинні діяти як швидко, так і стратегічно», – нещодавно написав Корі Беркі для Spiceworks у Employ SVP People & Talent.

«Це починається з правильних інструментів і процесів», – додав Корі. (Роботодавцям потрібне найкраще у своєму класі рішення ATS, щоб пришвидшити пошук персоналу та досягти цільової кількості персоналу.)

Від моменту, коли ви точно визначаєте головного потенційного клієнта, який, здається, оптимально підходить для відкритої посади, до моменту, коли він підписує та надсилає лист із пропозицією про роботу, ви вирішуєте багато життєво важливих завдань технічної допомоги.

Лише завдяки передовій системі відстеження кандидатів ви зможете оптимізувати цю діяльність і забезпечити постійне підвищення середньої швидкості найму.

За допомогою Jobvite, наприклад, талант-лідери та операційні менеджери можуть отримати цілісне уявлення про прогрес усієї своєї команди в режимі реального часу та поділитися ідеєю зі спеціалістами ТА.

У той же час кожен рекрутер може бачити дані, пов'язані з його власною діяльністю з підбору персоналу, щоб легко визначити, де кожен потенційний клієнт знаходиться в його послідовності, і визначити наступні кроки для кожної активної можливості.

### **Покращена співпраця для вашої команди найму**

Системи відстеження претендентів виграють не лише від залучення талантів.

Менеджери з найму також можуть стежити за прогресом своїх активних заявок, щоб мати повну інформацію про те, скільки претендентів подали заявки на їхні ролі, скільки кандидатів, які були знайдені рекрутерами, і де кожна з цих осіб перебуває у послідовності.

Коли шукачі роботи переходять від одного етапу співбесіди до наступного, менеджери з найму можуть легко порівнювати кандидатів прямо в програмному забезпеченні ATS і, зрештою, розширювати пропозиції для бажаних потенційних клієнтів.

### **Розширене використання технологій рекрутингу**

Пряма інтеграція з основними інструментами найму та системами кадрових ресурсів дає змогу групам із залучення талантів синхронізувати дані між системою відстеження кандидатів та іншими рішеннями для найму.

Це гарантує, що наскрізний процес набору персоналу цих команд технічної допомоги є високопрозорим (тобто всі зацікавлені сторони, які приймають на роботу, можуть отримувати в режимі реального часу миттєвий огляд прогресу та історичних показників), а важливі дані про кандидатів надаються інструменти бізнес-аналітики та системи HCM/HRIS.

Більше того, ці прямі зв'язки можуть пришвидшити виконання завдань по всій послідовності рекрутингу: від написання інклюзивних описів посад і внутрішнього обміну автоматизованими оновленнями інтерв'ю до оцінювання кандидатів і проведення перевірки репутації та рекомендацій.

### **Збільшення різноманітності вашої робочої сили**

Різнманітність залишається на першому місці для багатьох компаній сьогодні – і не дарма. Дані показують, що чим більш різноманітною є ваша робоча сила, тим більше інновацій та зростання досягне ваша організація.

Таким чином, наявність ATS, яка полегшує пошук різноманітних талантів там, де історично мало представлені та маргіналізовані групи, як правило, шукають, може стати конкурентоспроможною відмінністю для вашого бізнесу.

### **Почніть використовувати систему відстеження заявників вже сьогодні**

Залучення нових талантів для вашого бізнесу може бути серйозною проблемою. І ви хочете бути впевнені, що зрештою зробите правильний вибір. Наявність ATS може допомогти спростити процес найму та заощадити рекрутерам і менеджерам з найму величезну кількість часу, стресу та енергії. (Не кажучи вже про допомогу у розвитку вашого бізнесу.)

Спілкуйтеся з іншими особами, які приймають рішення щодо найму та технологій. Дослідіть ринок ATS. Порівняйте продавців. І, зрештою, ви отримаєте провідну систему відстеження кандидатів, яка змінює вашу стратегію залучення талантів на краще – і значно полегшує наймання для вашої організації в цілому.

### **Розробка структурної схеми**

Динамічна хмарна платформа містить у собі сервіси для спільних обчислень (Shared Computing), що зв'язують програмне забезпечення проміжного рівня, мережну магістраль (Network Backbone) і множину базованих на них додаткових сервісів, доступних через корпоративний магазин додатків (App Store) або через хмарний портал провайдеру системи агенції з підбору персоналу, що відображено на структурній схемі (рисунок 1).

Принципи управління людським капіталом диктують, що більшість людей в організації будуть взаємодіяти з програмним забезпеченням для управління персоналом на певному етапі своєї кар'єри. Він використовується працівниками для вирішення багатьох важливих справ, які безпосередньо не пов'язані з їхньою роботою, але є частиною досвіду співробітників, зокрема відпустки, пільги, нарахування заробітної плати тощо. Професіонали з кадрів і керівники відділу використовують його для спрощення процесу збору та збереження точних даних про працівників і забезпечення відповідності бізнесу федеральним і державним законам про охорону здоров'я, безпеку та працю.

Менеджери використовують програмне забезпечення для управління персоналом, щоб допомогти співробітникам розвивати нові навички та прогресувати в кар'єрі, а також відстежувати їх ефективність, а також планувати роботу співробітників і записувати будь-які проблеми на робочому місці. Фінансові команди цінують звіти про дотримання податкового законодавства, витрати на заробітну плату та виплати, а також аналіз чисельності персоналу для прогнозування майбутніх витрат.

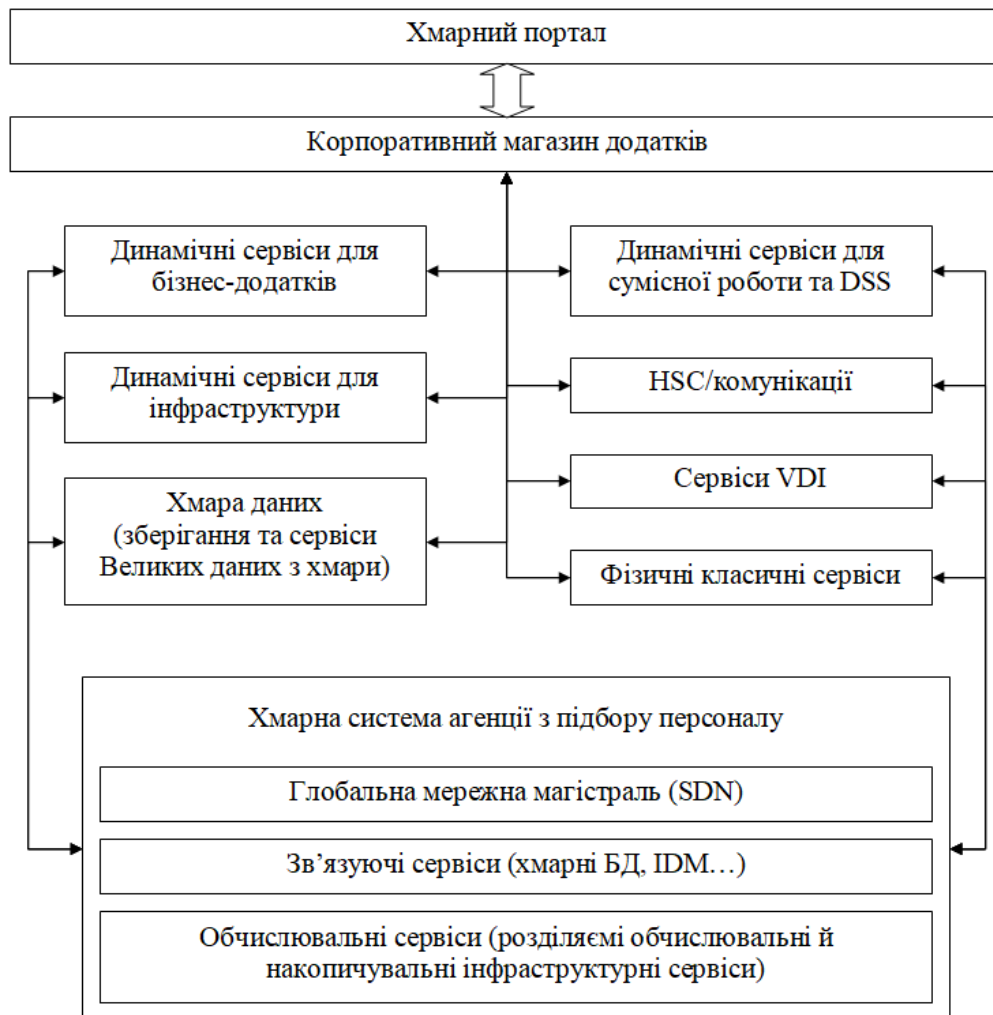


Рисунок 1 – Структурна схема системи

А в провідних організаціях багато людей у всьому бізнесі використовують дані з HR-систем, щоб покращити досвід співробітників.

Програмне забезпечення HR включає:

- Функції **HRMS** або **HRIS** допомагають відділу кадрів керувати інформацією про персонал; нарахування заробітної плати; а також функції адміністрування пільг і надання послуг з управління персоналом, наприклад служба підтримки кадрів і самообслуговування співробітників.

- Функції **управління робочою силою** включають хронометри, керування відпусткою та відсутністю, а також планування.

- Функції **управління талантами**, такі як підбір персоналу, адаптація, планування кар'єри, продуктивність, навчання та розвиток, винагорода та планування наступності, допомагають командам відділу кадрів бути в курсі того, які навички потрібні компанії.

Провідне програмне забезпечення також включає:

- **Робоча сила ВІ та аналітика**, додатки IoT та штучний інтелект.



### Переваги HR програмного забезпечення

Так само, як і сам відділ, ціннісні пропозиції кадрових програм змінюються. Інструменти адміністрування, які спрощують збір даних і забезпечують самообслуговування співробітників, стають основними, і провідні організації використовують програмне забезпечення для управління персоналом для оптимізації та глибшого залучення робочої сили.

Справді, звіт Sierra-Cedar показує, що HR-додатки є ключовими для здатності організації керувати продуктивністю та культурою робочої сили, а також регулюють використання конфіденційних даних про робочу силу.

Серед переваг:

**1. Ефективність і продуктивність.** Дослідження Sierra-Cedar показують, що майже 80% організацій використовують програмне забезпечення для управління персоналом, щоб полегшити збір інформації або підвищити ефективність процесів. Немає сумніву, що компанії зі складними системами HRMS отримують значні переваги в утриманні кадрів, звільняючи кадровий персонал для проектів з доданою вартістю та мінімізуючи висновки аудиту.

**2. Досвід/мораль співробітників:** багато спеціалістів з управління персоналом бачили заголовки. Опитування Gallup, яке отримало широке розголос, показало, що відсоток зайнятих працівників протягом 2020 року в середньому становив лише 36%. Найбільше зниження рівня залученості спостерігалось серед тих, хто займав керівні чи керівні посади, і, серед інших тенденцій, було більш помітним для тих, хто працював на місці, а не вдома. Інструменти програмного забезпечення для кадрів відіграють важливу роль у покращенні досвіду роботи співробітників. Деякі приклади включають регулярне вимірювання настроїв за допомогою пульсових опитувань, підключення людей до додатків, які дозволяють розпізнавати їх однолітками, і пропонувати знижки на переваги через гейміфікацію.

**3. Розвиток/утримання співробітників:** найбільші інвестиції в програмне забезпечення для кадрів для організацій, опитаних Sierra-Cedar, спрямовані на інструменти управління талантами; найпопулярніші функціональні можливості пов'язані з наймом, адаптацією та управлінням ефективністю. Це не дивно, враховуючи, що організації витрачають багато часу та грошей, щоб залучити людей до них: Товариство управління людськими ресурсами (SHRM) виявило, що в середньому нові працівники обходяться компанії в 4219 доларів, і в середньому потрібно 42 дні, щоб заповнити відкриту посаду. Залучити хороших людей до борту важливо, але втримати їх ще важливіше – досвід і моральні якості, згадані вище, сприяють утриманню.

**4. Економія коштів:** управління витратами на заробітну плату та виплати є головним пріоритетом для всіх організацій, враховуючи, що зарплати, податки на заробітну плату та виплати, як правило, є одними з найбільших статей. Системи управління персоналом надають командам кадрів ряд способів заощадити, не зменшуючи досвід співробітників. Візьмемо зростання вартості медичного страхування. Завдяки кращому відстеженню даних про переваги компанія має більше можливостей для переговорів про тарифи з перевізниками. Більше того, функціональні можливості гейміфікації заохочують і полегшують у співробітників формування звичок здорового способу життя, щоб отримати доступ до винагород і знижок на премії – усе це приносить користь роботодавцю.

**5. Зменшення кількості помилок:** автоматизація розрахунку заробітної плати є важливою сферою для малого бізнесу, оскільки ручне введення даних призводить до більшості помилок розрахунку заробітної плати. Крім часу, необхідного для виправлення помилок, помилки в утриманні податків створюють для компанії штрафні санкції IRS.

**6. Відповідність нормативним вимогам:** перевірка дотримання бізнесом нормативних актів на державному та федеральному рівнях уже давно є обов'язком кадрових ресурсів, і ця робота лише розширюється. Відтепер відділ кадрів має звітувати про порушення комплаєнсу щодо кадрів, пов'язані з усіма: від порушень кібербезпеки до абсолютно нових моделей роботи та змін у трудовому законодавстві, внесених унаслідок

пандемії. Організації повідомляють про високий рівень успіху у використанні своїх систем управління персоналом для моніторингу потреб у відповідності. 69% організацій відділу управління персоналом в опитуванні Sierra-Cedar заявили, що вони ефективно використовують свої системи управління персоналом для моніторингу та звітування про відповідність.

**7. Моніторинг відвідуваності:** шахрайство з картками робочого часу трапляється, і це коштує організаціям часу та грошей. Шахрайство може охоплювати найрізноманітніші види шахрайства: від довгих обідніх перерв до «удару приятеля», коли друг запізнюється на працівника, який запізнюється, до виставлення рахунків за години, які насправді не були відпрацьовані. Системи годинника вимагають, щоб працівники проводили пальцем по ідентифікаторам співробітників, щоб ввести їх, що усуває деякі з цих проблем. Вони додають ще один рівень безпеки, вимагаючи схвалення менеджера, а також можуть бути налаштовані для надсилання сповіщень менеджерам, якщо часові рамки не збігаються.

**8. Спрощене адміністрування виплат:** процес розробки та управління виплатами для працівників є складним навіть для невеликих компаній. Насправді, вартість медичного страхування є найбільшою проблемою для малих фірм у дослідженнях за дослідженнями, включно з дуже малими підприємствами, опитаними дослідником охорони здоров'я Фондом Співдружності. Серед 500 власників малого бізнесу, які надають медичне страхування своїм працівникам, витрати на медичне страхування працівників назвали проблемою № 1, попереду залучення нових клієнтів та інші проблеми. Слідкувати за мінливими державними правилами та постановами, а також витратити час на адміністрування та оформлення документів також складно. Функція адміністрування пільг у програмному забезпеченні відділу кадрів автоматизує обчислення права на отримання пільг, дозволяє працівникам самостійно вибирати покриття та інтегрується з платіжною відомістю, щоб переконатися, що правильна сума вираховується із зарплати працівника. Це точніше та економить час.

**9. Безпека даних:** HR, працюючи з командою внутрішньої комунікації, має забезпечити актуальність відповідних політик безпеки та щоб співробітники знали, як ідентифікувати та що робити з, наприклад, фішинговими електронними листами, які містять шкідливі вкладення або посилання. Процеси кадрового програмного забезпечення підтримують політику в актуальному стані та гарантують, що співробітники вийшли з неї. З боку відділу кадрів система забезпечує рольовий доступ і правила в системі, які в першу чергу захищають від несанкціонованого доступу до даних співробітників. Серед найпоширеніших і дорогих причин порушень: викрадені або зламані облікові записи та облікові дані співробітників, згідно з опитуванням IBM про вартість витоку даних за 2023 рік.

**10. Метрики.** Доступ до метрик для аналізу має вирішальне значення для управління витратами на персонал, управління ризиками відповідності та покращення залученості співробітників. Основним джерелом такої інформації є кадрова система. Насправді дослідження Oracle показують, що відділ кадрів може витіснити фінанси як функцію, керовану аналітикою. Команди відділу кадрів використовують дані для визначення майбутніх планів кадрів і прогнозування плинності кадрів на важливих посадах. Легкий доступ до точних даних, які можна переглядати в режимі реального часу, допомагає компанії пов'язувати показники з бізнес-цілями. Наприклад, організації, які намагаються зменшити витрати на наймання, можуть легко відстежувати важливі показники, такі як час найму та вартість найму, а також добровільні та вимушені зміни. Це допомагає зв'язати витрати з якістю прокату.

**11. Удосконалення процесу прийняття рішень:** коли спеціалісти з управління персоналом не витрачають багато часу на адміністративні завдання та можуть бути впевнені, що повсякденні виплати, нарахування заробітної плати та адміністрування персоналу точні, вони можуть зосередитися на покращенні загального досвіду роботи співробітників. Якщо адміністратор пільг не заплутався в спробах забезпечити відповідність вимогам і надавати

звіти, він може шукати нові способи навчання та залучення робочої сили до доступних їм пілг, тим самим підвищуючи моральний дух і сприяючи утриманню.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів агенції з підбору персоналу. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем агенції з підбору персоналу; Досліджена система агенції з підбору персоналу; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи агенції з підбору персоналу. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання агенції з підбору персоналу. 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 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.Мартинів, магістр гр. КН-22М-1

Центральноукраїнський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СТИСКУ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ФРАКТАЛІВ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи стиску зображень за допомогою фракталів. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи стиску зображень за допомогою фракталів. Об'єктом дослідження є процес стиску зображень за допомогою фракталів. Предметом дослідження є методи стиску зображень за допомогою фракталів. Методи дослідження базуються на методах обробки зображень, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи стиску зображень за допомогою фракталів. 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 багато різних методів стиснення фрактальних зображень, і вони є лише жменькою з усіх існуючих методів стиснення. Техніка стиснення зображень вважається фрактальною, якщо її основною філософією є використання самоподібності, яка природно виникає в багатьох зображеннях. Часто можна знайти частину зображення, яка, якщо її змінити певним чином, підійде до іншої частини того самого зображення.

Звідси походить «фрактальна» частина, оскільки фрактали часто описують як самоподібні об'єкти. Пізніше ми повернемося до зв'язку між фракталами та методами стиснення зображень. Ми також торкнемося переваг і недоліків загального методу та продемонструємо просту схему стиснення фрактального зображення. Але перш ніж наважуватися на тему фрактального стиснення зображень, нам потрібні деякі знання про математичні об'єкти, які називаються фракталами.

Слово «фрактал» походить від латинського слова *fract* або *fractus*, що означає «зламаний» або «нерівний», і було створено Бенуа Б. Мандельбротом. Замість того, щоб намагатися отримати точне визначення фракталу, можна підійти до предмета іншим шляхом.

Як стверджує Фальконер у «Математичні основи та застосування фрактальної геометрії» [2], ми могли б скласти список властивостей, які характеризують фрактали. Фрактальна множина  $F$  може мати не всі, але принаймні деякі з наступних властивостей:

- $F$  має певну форму самоподібності;
- $F$  деталізується на кожній шкалі;
- Як правило, фрактальна розмірність  $F$  (визначена якимось чином) не обов'язково повинна бути цілим числом;
- У більшості випадків  $F$  має простий алгоритмічний опис.

Найпоширенішим прикладом фрактала є самоповторювана (самоподібна) геометрична фігура. Під цим ми маємо на увазі набір, який складається з менших копій самого себе.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи стиску зображень за допомогою фракталів.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи стиску зображень за допомогою фракталів.

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

- Огляд існуючих систем стиску зображень за допомогою фракталів.
- Дослідження системи стиску зображень за допомогою фракталів.
- Програмна реалізація системи стиску зображень за допомогою фракталів.

*Об'єктом дослідження* є процес стиску зображень за допомогою фракталів.

*Предметом дослідження* є методи стиску зображень за допомогою фракталів.

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

**Виклад основного матеріалу.** Фотографія у фізичному світі – це просто аркуш паперу з написом, але фотографія в цифровому світі – це набір маленьких логічних одиниць, які називаються пікселями. Роздільна здатність цифрового зображення означає кількість пікселів, з яких воно складається. Якщо зображення має ширину  $n$  пікселів і висоту  $m$  пікселів, ми говоримо, що роздільна здатність зображення становить  $n \times m$ . Можна розглядати цифрове зображення з роздільною здатністю  $n \times m$  як матрицю  $n$  на  $m$ , де кожен запис матриці представляє піксель. Значення запису, значення пікселя, є тим, що визначає колір пікселя. Кількість різних кольорів, які можуть бути представлені пікселем, залежить від кількості біт на піксель, який використовується. Наприклад, 8-бітний колір дозволяє відобразити  $2^8$  кольорів. Біт (скорочення від «двійкова цифра») містить одне двійкове значення «0» або «1», тому він може відповідати лише на просте запитання «так» або «ні». Кожен піксель сірого цифрового зображення часто складається з 8 біт, що означає, що для сірого цифрового зображення з роздільною здатністю  $1024 \times 1024$  потрібно  $1024 \cdot 1024 \cdot 8 = 8,4 \cdot 10^6$  біт для зберігання. Ми називатимемо розмір пам'яті, необхідний для збереження зображення, як розмір пам'яті зображення. Розмір пам'яті зазвичай вимірюється в байтах, де один байт = 8 біт.

Незважаючи на те, що високошвидкісний доступ до Інтернету розширюється по всьому світу, а швидкість з'єднання зростає, вона все ще обмежена. Час, необхідний для надсилання файлу даних, залежить від швидкості з'єднання, а також від обсягу пам'яті файлу. Таким чином, надсилання зображення високої роздільної здатності або колекції зображень все одно може зайняти значну кількість часу. Стиснення зображень зменшує кількість інформації, яку необхідно передати, а також час, який це займе. Але як стиснути зображення? Важливою якістю людського ока є його нечутливість до різноманітних втрат інформації. Іншими словами, зображення можна змінити таким чином, що людське око не помітить. Якщо є велика кількість надлишкових даних, які не впливають на «ширшу картину», то дані можуть бути сильно стиснуті. Методи, які втрачають частину інформації під час стиснення, називаються методами стиснення з втратами, тоді як їхні аналоги, де вихідні дані не втрачаються, називаються методами стиснення без втрат [3].

Основна ідея фрактального стиснення зображень полягає в збереженні (також називається кодуванням) зображень у вигляді набору перетворень. Щоб це було корисним, має бути спосіб розпакувати зображення, тобто спосіб реконструювати зображення зі збереженої інформації. Декомпресія (або декодування) передбачає багаторазове застосування перетворення до довільного початкового зображення, щоб отримати зображення, яке є або оригінальним, або, у більшості випадків, дуже схожим на нього. Кожне зображення на малюнку 7 можна зберігати як набір афінних перетворень замість значень пікселів. Якщо числа в перетвореннях належать до загальноживаного типу даних float, тоді розмір пам'яті кожного числа становить 32 біти. Для збереження дерева як набору перетворень, наприклад, потрібно лише 4 перетворення  $\times$  6 чисел на перетворення  $\times$  32 біти на число = 768 біт. Однак для його збереження як колекції пікселів потрібно  $512 \cdot 512 \cdot 1 = 262,144$  біт для роздільної здатності  $512 \times 512$  (оскільки це лише чорно-білий колір, нам потрібен лише 1 біт для збереження кольору). Маючи це на увазі, можна поставити запитання, чи можемо ми знайти невелику кількість афінних перетворень, що представляють будь-яке зображення? Відповідь просто ні, оскільки природне зображення не є абсолютно самоподібним, але вони також не

повністю позбавлені самоподібності. Як було зазначено раніше, дивлячись на зображення, можна знайти його частину, яка, якщо її масштабувати та повернути, вписується в іншу частину того самого зображення. Ці типи самоподібності можна знайти на більшості зображень облич, автомобілів, гір тощо. Щоб використати ці подібності, нам потрібно певним чином розділити зображення та порівняти ці фрагменти між собою.

### Перетворення кольорів RGB у кольори YUV

У стиску JPEG застосовується система кольорів YUV. Поділ даних RGB на дані YUV дозволяє програмі стиску приділяти більше увагу даним про яскравість (Y), чим даним про колір (UV). Цей процес називається підвибіркою, так як три компоненти вибираються з різною частотою. Так метод підвибірки, що називається YUV411, на кожну вибірку кольору робить чотири вибірки даних про яскравість. Наприклад, якщо рисунок не піддавався підвибірці, те величини YUV зустрічаються в ньому з однаковою частотою. При використанні підвибірки YUV411 на шість значень вибірки обробленого файлу доводиться дванадцять значень вибірки вихідного файлу. Таким чином, підвибірка даних відразу зменшує розмір файлу зображення.

### Метод стиску JPEG

Процес стиску за схемою JPEG складається із трьох кроків (не вважаючи підвибірку). Перший крок – це запис зміни значень пікселів у вигляді зміни частот: як швидко міняються яскравість і колір пікселів. Другий крок – угруповання цих окремих змін частот за середнім значенням (перший етап стиску). І третій етап – стиск цих усереднених даних за допомогою модифікованого алгоритму кодування Хаффмана.

### Зміна частоти

JPEG визначає зміну частоти даних за допомогою дискретного перетворення Фур'є (ДПФ), що застосовується для кожної піксельної компоненти в обраній області пікселів. Наприклад, вибирається група з  $8 \times 8$  пікселів, і до неї застосовується перетворення ДПФ: спочатку до величин червоних компонентів у всій групі, потім зелених, і, нарешті, синіх.

Замість дійсних значень пікселів величини ДПФ зберігають швидкість зміни інтенсивності від пікселя до пікселю. Насправді даних про частоту виходить більше, ніж вихідних піксельних даних, але наступні два кроки це усувають.

### Усереднення

Після обчислення за допомогою ДПФ значень зміни частоти ці величини усереднюються відповідно до плаваючої шкали відносної важливості. Це значить, що зміни частоти, які менше впливають на загальний вид зображення (наприклад, швидкі зміни частоти), усереднюються більше інших значень. Саме на цій стадії стиску зображення відбуваються втрати, так як величина застосовуваного усереднення може регулюватися.

### Стиск методом Хаффмана

Остаточні усереднені дані про частоту стискаються за допомогою модифікованого алгоритму кодування Хаффмана, що особливо ефективний для цього типу даних, так як будує таблиці кодів, що базуються на частоті повторення величин.

### Фрактальний стиск

- Виберемо максимальне число N фрагментів  $R_i$ .
- Додамо фрагмент  $R_1 = \Omega$  у список перетворень і позначимо його як неопрацьований.
- Поки є неопрацьовані фрагменти в списку виконувати:
  1. Для кожного неопрацьованого фрагмента знайти відповідні  $D_{j(i)}, W_i$  і  $F_i$ .
  2. Знайти в списку фрагмент  $R_i$  найбільшого розміру й найбільшою метрикою

$$\sigma_{R_i}^2(W_i, D_{j(i)}, F_i)$$

3. Якщо число фрагментів у списку менше  $N$ , тоді розбити фрагмент  $R_i$  на більше дрібні й занести їх у список як неопрацьовані. Викреслити з писку фрагмент  $R_i$ .

#### Обчислювальний експеримент

Описаний метод фрактального стиску статичних зображень був запрограмований із застосуванням об'єктно-орієнтованого підходу. Програма працює як із чорно-білими, так і з повнокольоровими зображеннями формату *Windows Bitmap*.

Для оцінки якості закодованого 8-бітного зображення або одного каналу кольорового використовувалося співвідношення сигнал-шум, вимірюване в децибелах (d) і визначене як:

$$PSNR = 10 \cdot \lg \left( \frac{255^2}{\sum (f(\xi, \eta) - \tilde{f}(\xi, \eta))^2} \right),$$

де підсумовування ведеться по всім пікселям вихідного  $f$  й наближеного  $\tilde{f}$  зображення.

Алгоритм кодування реалізований у двох варіантах.

1. Алгоритм кодування з фіксованим розміром блоків.

Алгоритм оперує із прямокутними областями однакового розміру. Розмір областей фіксований від початку роботи алгоритму до кінця.

Перевагою даного алгоритму полягає в тому, що при відповідному виборі розмірів оброблюваних областей забезпечується рівномірна якість кодування всього зображення. Недоліком алгоритму є малий коефіцієнт стиску.

2. Алгоритм кодування з розбивкою зображення на дерево підблоків.

За основу був узятий *алгоритм 1* з попереднього параграфу. При недостатній точності кодування оброблюваний фрагмент розбивається на чотири частини, кожна з яких обробляється так, як і всі інші.

Дана розбивка ефективно з погляду зберігання його у файлі. Так будь-яку таку розбивку можна представити у вигляді двійкової послідовності символів, де 1 – означає те, що блок розбитий, 0 – інакше. При тестуванні алгоритм показав кращі результати, ніж його попередник, по ступеню стиску, але не завжди забезпечує достатню точність кодування деяких однотонних областей.

Ступінь стиску зображення при фрактальному кодуванні залежить від розмірів оброблюваних R-блоків, параметрів  $s_i$  і  $o_i$  перетворення  $F_i$ . Для чорно-білих зображень вона може бути обчислена за формулою:

$$\frac{2^8 * \text{розмір блоку у пікселях}}{\text{число біт для } s + \text{число біт для } o + \lceil \log_2(8 \times \text{розмір кодової книги}) \rceil},$$

де  $\lceil \rceil$  – символ округлення нагору. Таким чином, ми можемо одержати додатковий ступінь стиску, якщо квантувати параметри  $s_i$  й  $o_i$ . Очевидно, що після квантування цих параметрів середньоквадратичне відхилення між вихідним і наближеним зображенням зростає на величину не більшу, ніж

$$\left( \frac{\max(s_i) - \min(s_i)}{2^{\text{число біт для } s}} * 2^8 + \frac{\max(o_i) - \min(o_i)}{2^{\text{число біт для } o}} \right)^2.$$



Пошук фрактальної моделі (для кожного R-блоку відповідний D-блок і перетворення  $W$ ) зображення здійснювався за допомогою модифікованого генетичного алгоритму, описаного раніше. При проведенні обчислювального експерименту ГА припиняв свою роботу з витікання заданого числа поколінь або при досягненні певної якості кодування, тобто якщо ступінь пристосованості найкращої особи буде вище деякого заздалегідь заданого числа. Кращі результати були отримані при запуску ГА з наступними параметрами  $P_{Mut} = 0.1$ ,  $P_{Cross} = 0.75$ .

Слід зазначити, що використання генетичних алгоритмів для завдання фрактального стиску є одним з варіантів відходу від повного перебору. Так для зображення розміром  $256 \times 256$  пікселів, для кожного R-блоку потрібно перебрати  $2^8 * 2^8 * 2^3$  комбінацій D-блоків з афінним перетворенням  $W$ . Наступна діаграма показує середнє число перелічених варіантів при роботі ГА залежно від числа поколінь і розміру популяції.

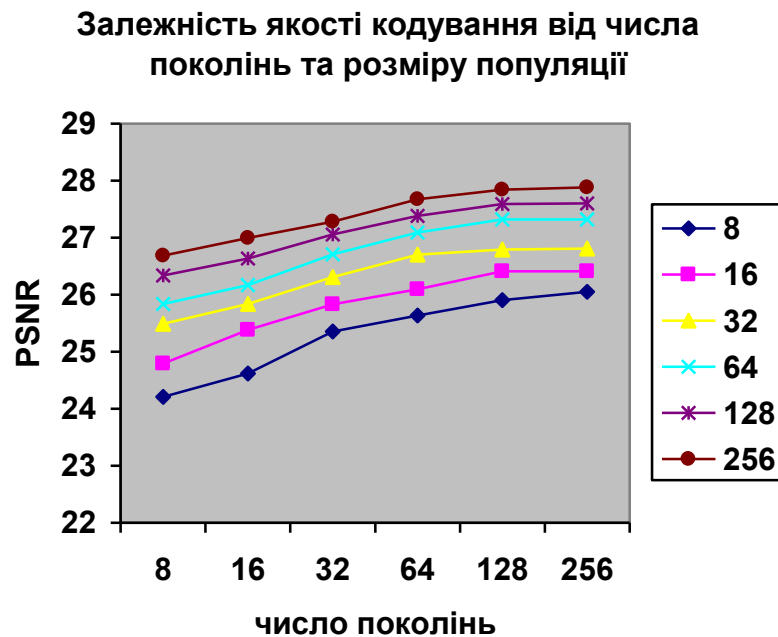


Рисунок 1 – Результати застосування генетичних алгоритмів для фрактального стиску

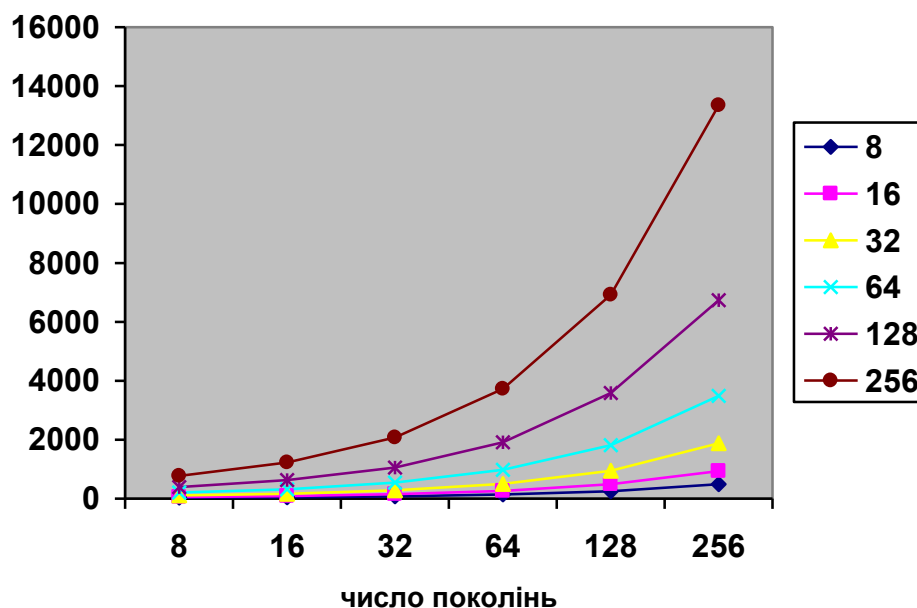


Рисунок 2 – Середнє число перелічених варіантів при роботі ГА

Висновок:

– Із цих графіків видно, що запропонований ГА має значні перевагу в порівнянні з алгоритмом повного перебору за часом роботи.

– Представляється доцільним використання даного алгоритму в сполученні з іншими евристичними такими, як алгоритм класифікації Фішера, пошук з обліком фрактальної розмірності й т.д.

– Наведений обчислювальний експеримент показує, що ГА може бути використаний для стиску графічних зображень. Надалі було б цікаво зрівняти ефективність ГА з іншими алгоритмами пошуку перетворення, що кодує.

#### Розробка структурної схеми

Структурна схема системи наведена на рисунку 3. 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.

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.

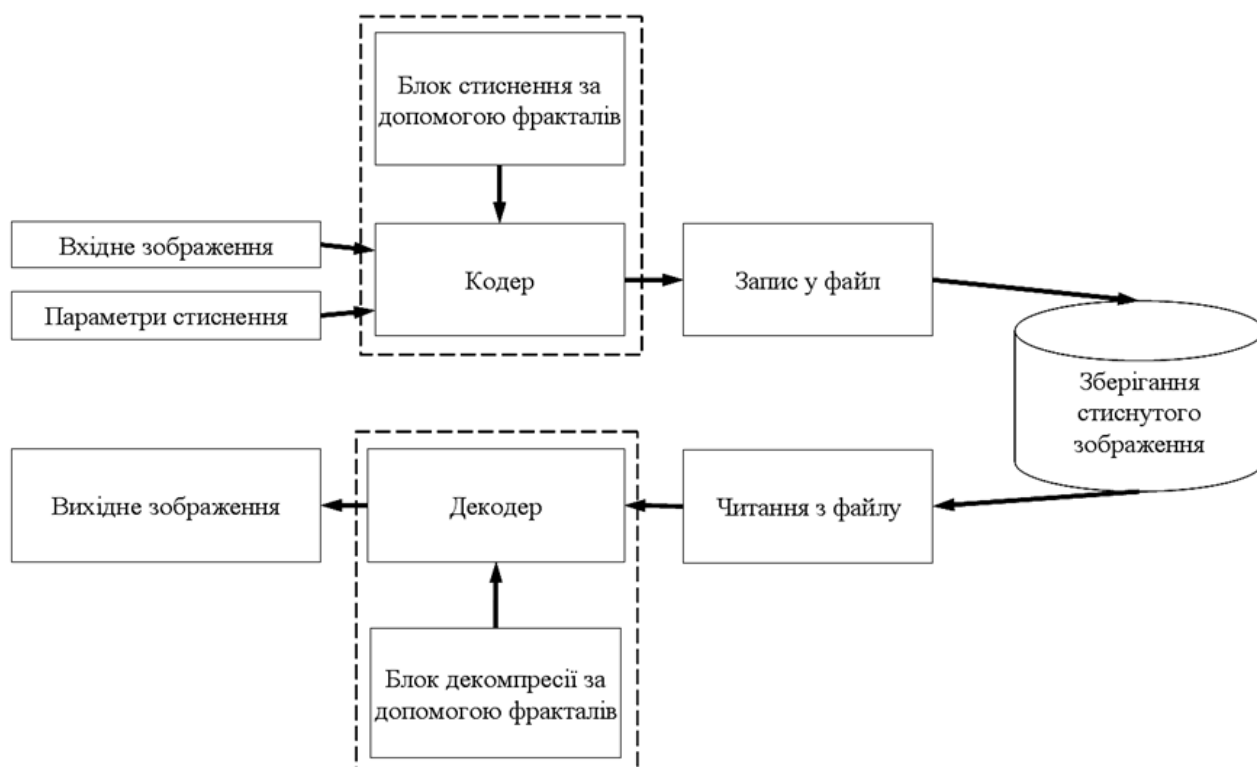


Рисунок 3 – Структурна схема системи

Після робіт Бенуа Мандельброта математики продовжували пошук підстав для застосування фрактальної геометрії. Так, Джон Хатчинсон в 1981 році розробив апарат теорії ітерованих функцій. Пізніше Майкл Барнсли написав книгу «Фрактали всюди» (*Fractals Everywhere*, 1988), що є однією із ключових робіт із фрактальному стиску. У книзі викладені математичні основи систем ітеруємих функцій, головним результатом є теорема колажу (яка пояснює, які умови необхідні для відтворення зображення).

Фрактальна математика (пряма завдання) добре підходить для моделювання ландшафтів. Зворотне завдання полягає в тому, щоб застосувати системи ітеруємих функцій для стиску зображень.

Еволюція розвитку алгоритмів фрактального кодування складається із двох частин: класична (Майкл Барнсли й Алан Слоун) і сучасна (Майкл Барнсли й Арно Жакан (A. Jaquin)).

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 (10) 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:

$$\overline{w}_i(x, y) = A_i \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + b_i.$$

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 (12) є базовим для зображень у градаціях сірого, ми його будемо використовувати при стиску.

У випадку використання кусочно-определенной 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. Афіне 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 афіне 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  $16 \times 16$ .

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.

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).

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів стиску зображень за допомогою фракталів. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем стиску зображень за допомогою фракталів; Досліджена система стиску зображень за допомогою фракталів; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи стиску зображень за допомогою фракталів. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання стиску зображень за допомогою фракталів. 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, Drieiev O., Polishchuk L., Sherokh 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., Onikiyuchuk 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. 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.*
  12. 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.*
  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. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 173-183, 2019.*
  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., 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.
  20. 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.*
  21. 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

Д.Мошуренко, магістр гр. КН-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ КОРИСТУВАЛЬНИЦЬКИХ ІНТЕРФЕЙСІВ

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

**Постановка проблеми.** Якби вам сказали назвати певні речі, які ви знайдете в парку, ви випадково згадали б такі речі, як трава, лавка, дерева тощо. Це дуже просте завдання, яке будь-яка людина може виконати миттєво. Однак існує дуже складний процес, який відбувається в глибині нашої свідомості. Людський зір включає наші очі, але також включає все наше абстрактне розуміння понять і особистий досвід через мільйони взаємодій, які ми мали із зовнішнім світом. Донедавна комп'ютери мали дуже обмежені можливості самостійного мислення. Комп'ютерний зір – це нещодавня галузь технології, яка зосереджується на відтворенні людського зору, щоб допомогти комп'ютерам ідентифікувати й обробляти речі так само, як це роблять люди. Завдяки нещодавнім розробкам у таких сферах, як штучний інтелект і обчислювальні можливості, сфера комп'ютерного зору досягла значного прогресу, щоб стати більш проникливою в повсякденне життя. Очікується, що до 2030 року ринок комп'ютерного зору наблизиться до 41,11 мільярда доларів, а середній річний темп зростання (CAGR) становитиме 16,0% між 2020 і 2030 роками.

У цьому зв'язку представляється доцільним проведення досліджень можливості використання моделей висхідної уваги для знаходження області зображення, приблизно відповідному об'єкту, розробка методів пошуку зображень, механізм яких подібний до механізму сприйняття зображень людиною. При цьому можна чекати, що використання інформації, що витягається з даних областей, дозволить підвищити якість пошуку СВІР-систем у порівнянні із широко використовуваним пошуком по глобальних ознаках зображень. Відзначимо, що останнім часом моделі візуальної уваги привернули увагу ряду дослідників, у тому числі: O. Marques, L. M. Mayron, G. V. Vorba, H. R. Gamba.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів.

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



– Огляд існуючих систем комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів.

– Дослідження системи комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів.

– Програмна реалізація системи комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів.

*Об'єктом дослідження* є процес комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів.

*Предметом дослідження* є методи комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів.

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

**Виклад основного матеріалу.** Вивчення алгоритмів, на яких базується сучасна технологія комп'ютерного зору, має важливе значення для розуміння її розвитку. Глибоке навчання – це різновид машинного навчання, яке сучасне комп'ютерне бачення використовує для отримання інформації на основі даних.

Коли справа доходить до комп'ютерного зору, глибоке навчання – це шлях. Використовується алгоритм, відомий як нейронна мережа. Шаблони в даних витягуються за допомогою нейронних мереж. Алгоритми базуються на наших поточних знаннях про структуру та функціонування мозку, зокрема про зв'язки між нейронами в корі головного мозку. Перцептрон, математична модель біологічного нейрона, є фундаментальною одиницею нейронної мережі. Можна мати багато шарів пов'язаних перцептронів, схожих на шари нейронів у біологічній корі головного мозку. Коли необроблені дані надходять у згенеровану перцептронною мережу, вони поступово перетворюються на прогнози.

#### **Скільки часу потрібно, щоб розшифрувати зображення**

Надзвичайно швидкі процесори та відповідна технологія разом із швидким, надійним Інтернетом і хмарними інфраструктурами роблять весь процес надзвичайно швидким у наш час. Важливо, що кілька найбільших компаній, які інвестують у дослідження штучного інтелекту, як-от Google, Facebook, Microsoft і IBM, відкрито повідомляють про свої дослідження та розробки в цій галузі. Таким чином люди можуть спиратися на фундамент, який вони заклали.

Це призвело до нагрівання сектору штучного інтелекту, і дослідження, які раніше тривали тижнями, тепер можуть бути завершені за кілька хвилин. Крім того, для багатьох завдань комп'ютерного зору в реальному світі весь цей процес відбувається постійно за лічені мікросекунди. У результаті комп'ютер наразі може досягти статусу, який дослідники називають «свідомим обставинами».

#### **Програми комп'ютерного зору**

Однією з сфер машинного навчання, де фундаментальні ідеї вже включені в основні продукти, є комп'ютерне бачення. Додатки включають:

– Безпілотні автомобілі. За допомогою комп'ютерного зору автономні транспортні засоби можуть розуміти навколишнє середовище. Кілька камер записують навколишнє середовище, яке потім надсилається в алгоритми комп'ютерного зору, які аналізують фотографії в ідеальній синхронізації, щоб визначити місцезнаходження країв дороги, розшифрувати покажчики та побачити інші транспортні засоби, перешкоди та людей. Тоді автономний транспортний засіб може самостійно пересуватися вулицями та шосе, об'їжджати перешкоди та безпечно доставляти своїх пасажирів туди, куди їм потрібно.

– Розпізнавання обличчя. Програми розпізнавання обличчя, які використовують комп'ютерний зір для розпізнавання людей на фотографіях, значною мірою покладаються на цю область дослідження. Риси обличчя на фотографіях ідентифікуються за допомогою алгоритмів комп'ютерного зору, які потім зіставляють ці аспекти зі збереженими профілями обличчя. Щоб підтвердити особу людей, які використовують споживчу електроніку, все частіше використовується розпізнавання обличчя. Розпізнавання обличчя використовується в

програмах соціальних мереж як для виявлення користувачів, так і для позначення користувачів. З тієї ж причини правоохоронні органи використовують програмне забезпечення для розпізнавання облич, щоб вистежувати злочинців за допомогою записів із камер спостереження.

– Доповнена та змішана реальність. Доповнена реальність, яка дозволяє таким комп'ютерам, як смартфони та носимим технологіям, накладати або вбудовувати цифровий вміст у реальне середовище, також значною мірою залежить від комп'ютерного зору. Віртуальні елементи можуть бути розміщені в реальному середовищі за допомогою комп'ютерного зору в обладнанні доповненої реальності. Щоб правильно генерувати глибину та пропорції та розташовувати віртуальні елементи в реальному середовищі, програми доповненої реальності покладаються на методи комп'ютерного зору для розпізнавання поверхонь, таких як стільниці, стелі та підлоги.

– Охорона здоров'я. Комп'ютерний зір зробив значний внесок у розвиток медичних технологій. Автоматизація процесу пошуку злоякісних родимок на шкірі людини або визначення місцезнаходження індикаторів на рентгенівському знімку або МРТ-скануванні є лише одним із багатьох застосувань алгоритмів комп'ютерного зору.

Нижче наведено кілька прикладів добре налагоджених дій із використанням комп'ютерного зору:

– Категоризація зображень. Комп'ютерна програма, яка використовує зображення за категоріями, може визначити, що це зображення (собака, банан, обличчя людини тощо). Зокрема, можна з упевненістю стверджувати, що вхідне зображення відповідає певній категорії. Його може використовувати платформа соціальних мереж, наприклад, для фільтрації образливих фотографій, які публікують люди.

– Виявлення об'єктів. Спочатку класифікуючи зображення за категоріями, виявлення об'єктів може потім використовувати цю інформацію для пошуку та каталогізації екземплярів потрібного класу зображень. У обробній промисловості це може включати пошук дефектів на виробничій лінії або визначення місцезнаходження зламаного обладнання.

– Спостереження за рухомими об'єктами. Якщо предмет буде виявлено, відстеження об'єкта продовжуватиме рухатися в тому самому місці. Загальний спосіб зробити це – використання прямого відеопотоку або серії фотографій, зроблених послідовно. Наприклад, безпілотні автомобілі мають не лише ідентифікувати та класифікувати рухомі речі, як-от люди, інші автомобілісти та дорожні системи, щоб запобігти аваріям і дотримуватися правил дорожнього руху.

– Отримання зображень на основі їхнього вмісту. На відміну від традиційних методів візуального пошуку, які покладаються на мітки метаданих, система розпізнавання на основі вмісту використовує комп'ютерне зір для пошуку, дослідження та отримання зображень із величезних сховищ даних на основі фактичного вмісту зображення. Для цієї роботи можна використовувати автоматичні анотації до зображень, які можуть замінити традиційне візуальне тегування.

### **Алгоритми комп'ютерного зору**

Алгоритми комп'ютерного зору включають різні методи, які використовуються для розуміння об'єктів у цифрових зображеннях і вилучення високорозмірних даних із реального світу для створення числової чи символічної інформації. Існує багато інших алгоритмів комп'ютерного зору, задіяних у розпізнаванні речей на фотографіях. Деякі поширені:

- Класифікація об'єктів. Яка основна категорія об'єктів, присутніх на цій фотографії?
- Ідентифікація об'єкта – який тип об'єкта присутній на цій фотографії?
- Виявлення об'єкта – де знаходиться об'єкт на фотографії?
- Сегментація об'єкта – які пікселі належать об'єкту на зображенні?
- Перевірка об'єкта – чи є об'єкт на фотографії?
- Розпізнавання об'єктів – які об'єкти зображені на цій фотографії та де вони розташовані?

– Виявлення орієнтирів об'єкта – які ключові моменти об'єкта на цій фотографії?

Поряд з алгоритмами глибокого навчання можна вивчати багато інших передових алгоритмів комп'ютерного зору, таких як передача стилів, розфарбовування, оцінка пози людини, розпізнавання дій тощо.

### **Проблеми комп'ютерного зору**

Створити машину з людським баченням напрочуд складно, і не лише через технічні труднощі, пов'язані з комп'ютерами. Нам ще потрібно багато чого дізнатися про природу людського зору.

Щоб повністю зрозуміти біологічний зір, потрібно дізнатися не лише про те, як працюють різні рецептори, як-от око, а й про те, як мозок обробляє те, що він бачить. Процес було намічено, його хитрощі та короткі шляхи виявлено, але, як і в будь-якому дослідженні мозку, ще потрібно подолати значну відстань.

### **Переваги комп'ютерного зору**

Комп'ютерний зір може автоматизувати кілька завдань без втручання людини. У результаті це надає організаціям ряд переваг:

– Швидший і простіший процес – системи комп'ютерного зору можуть швидше виконувати повторювані та монотонні завдання, що спрощує роботу для людей.

– Кращі продукти та послуги – добре навчені системи комп'ютерного зору не допускать помилок. Це призведе до швидшої доставки високоякісних продуктів і послуг.

– Зменшення витрат – компаніям не потрібно витрачати гроші на виправлення недоліків процесів, тому що комп'ютерне бачення не залишить місця для несправних продуктів і послуг.

### **Недоліки комп'ютерного зору**

Не існує жодної технології, яка б не мала недоліків, як це стосується систем комп'ютерного зору. Ось кілька обмежень комп'ютерного зору:

– Брак спеціалістів. Компанії потребують команди висококваліфікованих професіоналів із глибокими знаннями про відмінності між технологіями ШІ та машинного навчання та технологіями глибокого навчання для навчання систем комп'ютерного зору. Існує потреба в більшій кількості спеціалістів, які могли б допомогти сформувати майбутнє технологій.

– Необхідність регулярного моніторингу. Якщо система комп'ютерного зору стикається з технічним збоєм або виходить з ладу, це може завдати величезних збитків компаніям. Отже, компанії повинні мати спеціальну команду для моніторингу та оцінки цих систем.

### **Розробка структурної схеми**

У цій роботі представлено систему пошуку зображень на основі вмісту (CBIR). Пошук зображень на основі вмісту (CBIR), також відомий як Query By Image Content (QBIC), представляє технології, що дозволяють упорядковувати цифрові зображення за їхніми візуальними характеристиками. Вони засновані на застосуванні методів комп'ютерного зору до проблеми пошуку зображень у великих базах даних. Отримання зображень на основі вмісту (CBIR) складається з отримання найбільш візуально подібних зображень до даного зображення запиту з бази даних зображень.

В результаті проведеного аналізу сучасного стану проблеми пошуку зображень на основі змісту, у ході якого були розглянуті наступні CBIR-системи, що перебувають у вільному доступі, а також описана архітектура CBIR-систем і інформаційні ознаки зображень, використовувані в CBIR-системах і існуючі класифікації ознак, було виконано оцінку якості пошуку в CBIR-системах. Як критерій якості пошуку була обрана точність на рівні 20 перших знайдених зображень ( $P_{20}$ ) – кількість зображень, релевантних запиту, серед перших 20-ти, виданих системою пошуку. Даний критерій дозволяє оцінити інформативність першої сторінки результатів практично для всіх розглянутих систем. Виявилось, що для більшої частини CBIR-систем  $P_{20} < 16\%$ . Для системи img(Anaktisi)  $P_{20} = 45\%$ , однак

настільки високий результат пошуку складно вважати об'єктивним – у базі зображень, по якій ведеться пошук цією системою, утримується велика кількість дублікатів зображень. Результати пошуку у випадку, якщо зображення-запит не має дублікату, істотно гірше. Якість пошуку зображень на основі текстової інформації в системах Altavista і Yandex виявилось вище, ніж в СВІR-системах ( $P_{20} = 39\%$  і  $P_{20} = 51\%$ , відповідно). Таким чином, виявлено, що сучасні СВІR-системи мають недостатньо високу якість пошуку.

Показано, що одна із причин недостатньо високої якості пошуку полягає в тому, що в більшості СВІR-систем запит задається у вигляді зображення-зразка, що вибирається з наявних у базі зображень. Недолік подібної форми запиту полягає в тому, що користувач задає ціле зображення без вказівки його області, що цікавить. Тому в ряді випадків система знаходить зображення, які в цілому схожі на шукане, але найчастіше не містять шуканої інформації. Таким чином, один з можливих підходів підвищення якості пошуку зображень складається в наданні користувачеві можливості робити запит не у вигляді повного зображення, а у вигляді обраної конкретної області на зображенні-запиті.

Далі проведемо дослідження алгоритмів сегментації зображень і критеріїв кількісної оцінки якості результатів сегментації, а також виконане порівняння декількох алгоритмів сегментації зображень.

Сегментація зображення – це процес поділу зображення на безліч непересічних областей, однорідних з урахуванням обраних характеристик зображення. Об'єднання даних областей дає вихідне зображення. При цьому виділені області можуть грубо відповідати об'єктам, частинам об'єктів або групам об'єктів, наявних на зображенні. Незважаючи на те, що розглянута процедура не приводить до ідентифікації візуально спостережуваних об'єктів (оскільки необхідно відділення областей тла від областей, що містять об'єкти), сегментація зображення є невід'ємним етапом пошуку зображень за змістом.

У роботі проведено дослідження супервізорних критеріїв, використовуваних для кількісної оцінки якості сегментації, заснованих на обчисленні міри відмінності результатів сегментації від дійсної форми областей зображень. При цьому дійсна форма областей задається експертами (як у базі зображень університету Берклі (рис. 1)) або вважається відомою на штучно згенерованих зображеннях із задалегідь заданими геометричними формами.

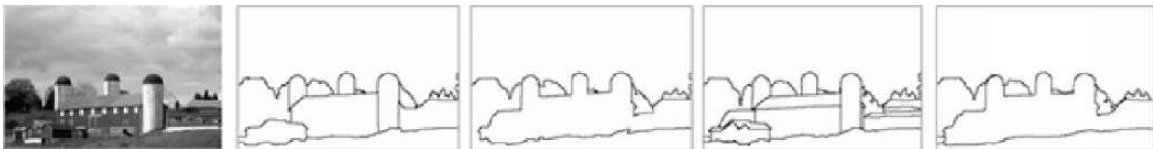


Рисунок 1 – Приклади сегментацій, виконаних людиною, для зображень із бази університету Берклі

Проведені дослідження супервізорних критеріїв якості сегментації дозволили одержати:

- Оцінки чутливості критеріїв до результатів сегментації, виконуваної різними експертами.
- Оцінки відповідності значення супервізорних критеріїв візуальній оцінці результатів сегментації, що виставляється експертом (при візуальній класифікації результатів сегментації).
- Оцінка відповідності значення супервізорних критеріїв візуальній оцінці, що виставляється експертами (при формальному оцінюванні результатів сегментації по кількості виділених областей).

На основі результатів кількісних досліджень супервізорних критеріїв оцінки якості сегментації зображень виділені чотири критерії ( $D_{ku}$ ,  $GCE$ ,  $RI$ ,  $RMS$ ), що забезпечують найбільш об'єктивну оцінку якості сегментації. Дані критерії були використані далі для порівняльного аналізу алгоритмів сегментації зображень.

Проведено порівняння наступних алгоритмів сегментації: алгоритм еволюції кривої на основі моделі геодезичних активних контурів (Geodesic Active Contours), алгоритм еволюції кривої на основі потоку вектора градієнта (Gradient vector flow), алгоритм еволюції кривої під управлінням потоку границь (Edgeflow-driven Curve Evaluation), алгоритм анізотропної дифузії під управлінням потоку границь (Edgeflow-driven Anisotropic Diffusion), алгоритм анізотропної дифузії, запропонований Перону й Маліком (Perona Malik Flow), алгоритм анізотропної дифузії, запропонований Шапіро (Self– Snakes), алгоритм JSEG сегментації зображень із обліком колірних і текстурних ознак зображення, оператори країв Кенні, Робертса, Превітт, Собела, Zerocross, Log з додатковою обробкою по зв'язуванню границь. Порівняння алгоритмів виконувалося на базі зображень університету Берклі (Berkeley Segmentation Dataset).

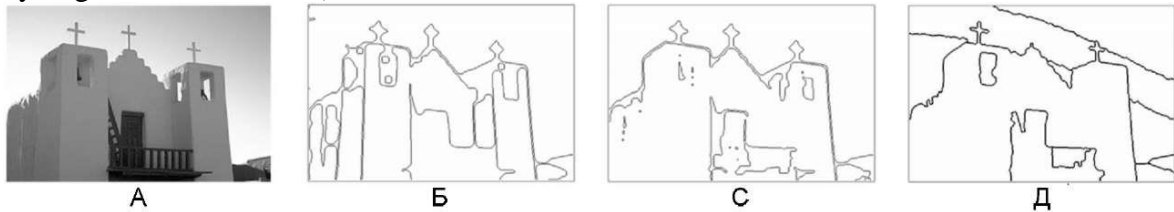


Рисунок 2 – Приклад зображення (А), результати сегментації: Canny (Б), Roberts (С), JSEG (Д)

Відповідно до обраних критеріїв Dku, GCE, RI, RMS кращі результати були отримані в алгоритмів JSEG, Canny, Roberts. Візуальний аналіз результатів сегментації (рис. 2), отриманих за допомогою даних алгоритмів сегментації, показав, що, на відміну від JSEG, області, виділені за допомогою алгоритмів Canny і Roberts, містять велика кількість дрібних отворів, для видалення яких необхідна додаткова обробка результатів сегментації. Тому далі в роботі використовувався алгоритм JSEG.

Далі проведемо дослідження ступеня суб'єктивності уваги людини, розглянуті відомі моделі висхідної уваги й описаний розроблений авторами алгоритм знаходження прото-об'єкту.

Увага – це вибірний процес, що дозволяє зоровій системі відокремлювати релевантні зовнішні подразники від нерелевантних. З його допомогою із зорового поля відбираються сегменти зображення для більше детальної подальшої переробки. Відомі два базових підходи до аналізу уваги: на основі висхідних процесів (bottom-up image-based) і на основі спадних процесів (top-down task-dependent). Підхід, заснований на висхідних процесах, базується на тому, що розподіл уваги повністю визначається властивостями образу (наприклад, несподіваний рух на периферії зорового поля, відмінність кольору образу від тла). При цьому рішення приймається без обліку свідомості людини. Зорова система людини, навпроти, функціонує за принципом висхідного процесу – створення образу стає результатом об'єднання базових елементів, виявлених зоровою системою. Підхід, заснований на спадних процесах, переважно базується на знаннях, раніше отриманих спостерігачем, його попередньому досвіді, осмисленні й інтерпретації, а також на його очікуваннях. Процеси, що лежать в основі уваги, можуть бути складовою частиною як висхідних, так і спадних процесів. У літературі вказується, що визначальну роль в увазі грають висхідні процеси. Тому далі в нашій роботі виконане дослідження можливості застосування моделей висхідної уваги для знаходження області зображення, приблизно відповідному об'єкту.

Для оцінки можливості використання методів теорії візуальної уваги проведені експериментальні дослідження, ціль яких складалася в пошуку відповіді на питання: «Наскільки стабільним виявляється суб'єктивна увага людини, що розглядає те або інше зображення?». При цьому була використана методика, що реалізується наступною послідовністю дій:

- Вибір набору зображень I (не менш 50 зображень):

$$I = \{I_1, I_2, \dots, I_i, \dots, I_n\},$$

де  $n$  – кількість зображень у наборі,  $i \in (1, n)$ .

- Формування безлічі незалежних друг від друга експертів  $E$  (не менш 10):

$$E = \{E^1, E^2, \dots, E^j, \dots, E^m\},$$

де  $m$  – кількість експертів,  $j \in (1, m)$ , яким пропонувалося на кожному зображенні безлічі  $I$  знайти області, що залучають їхню увагу.

- Формування експертами незалежно друг від друга для кожного зображення двовимірних бінарних масок, привласнюючи значенням яскравостей пікселів одиницю, коли піксель належить області, що привертає їхню увагу, і нуль – у протилежному випадку.

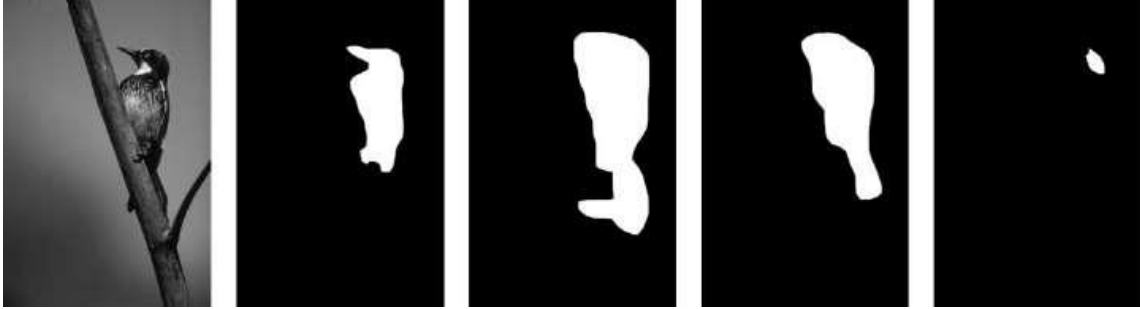


Рисунок 3 – Приклади бінарних масок, сформованих обраними експертами

Результатом виконання даного кроку є безліч бінарних масок:

$$\{E_i^j\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}:$$

$$E^1 = \{E_1^1, E_2^1, \dots, E_i^1, \dots, E_n^1\}$$

$$E^2 = \{E_1^2, E_2^2, \dots, E_i^2, \dots, E_n^2\}$$

...

$$E^j = \{E_1^j, E_2^j, \dots, E_i^j, \dots, E_n^j\}$$

...

$$E^m = \{E_1^m, E_2^m, \dots, E_i^m, \dots, E_n^m\}$$

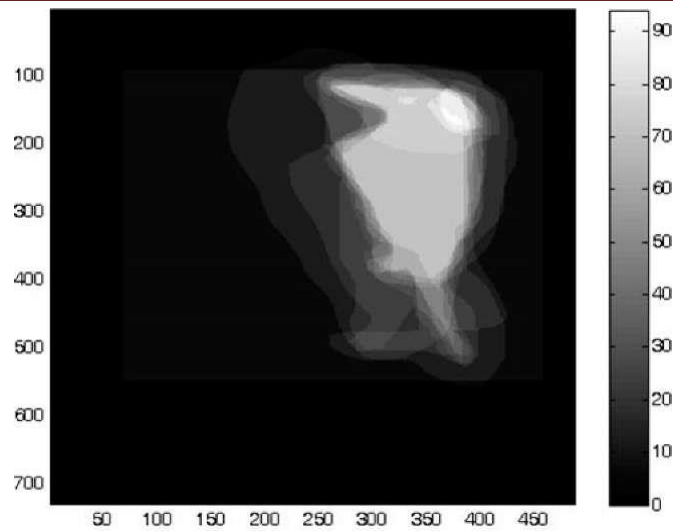
Приклади одного із зображень, запропонованого експертам, і відповідних бінарних масок представлені на рис. 3.

4. Накладення один на одного для кожного зображення  $I$  бінарних масок  $E^1$ . і одержання напівтонового зображення, у якому яскравість кожного пікселя рівняється сумі яскравостей відповідних пікселів у бінарних масках.

$$Gray_i = \sum_j E_j^i.$$

Приклад напівтонового зображення  $Gray$ , представлений на рис. 4. Тут шкала, розташована ліворуч від рисунка, установлює відповідність між інтенсивністю сірого кольору й відсотком збігів між бінарними масками:

$$\{E_i^j\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}.$$

Рисунок 4 – Приклад напівтонового зображення  $Gray_i$ 

5. Обчислення для кожного напівтонового зображення  $Gray_i$ , максимальної кількості погоджень (у відсотках від загального числа експертів):

$$Congruence_i = \frac{\max(Gray_i) \cdot 100}{m}$$

6. Побудова гістограми й обчислення середнього відсотка погодженості:

$$Mean\_Congruence = \frac{\sum_i Congruence_i}{n}$$

Для проведення дослідження суб'єктивності уваги людини відповідно до вищеписаної методики були сформовані 3 набори зображень (табл. 1):

- набір «Animals» – тварини. Практично на всіх зображеннях тільки один явно, що виділяється об'єкт;
- набір «Landscape» – пейзажі. Зібрано зображення природи. На перший погляд на таких зображеннях немає явно, що виділяється об'єкта;
- набір «People» – люди. Зображення із цього набору містять трохи, що виділяються на перший погляд об'єктів.

Таблиця 1 – Характеристики наборів зображень

№	Назва набору	Кількість зображень (n)	Кількість експертів (m)
1	«Animals»	50	17
2	«Landscape»	55	15
3	«People»	55	21

Середні значення рівня погодженості думок експертів по наборах «Animals», «Landscape», «People» представлені в табл. 2, з якої видно, що для кожного набору зображень рівень погодженості при визначенні області, що привертає увагу людини, досить великий (не нижче 80%).

Таблиця 2 – Середні значення рівня погодженості

№	Назва набору	Середній відсоток погодженості (Mean_Congruence)
1	«Animals»	91.88 ± 8.14
2	«Landscape»	83.03 ± 12.69
3	«People»	82.6 ± 10.1

Таким чином, результати проведеного експериментального дослідження виявляють високий рівень погодженості думок незалежних експертів (природно, суб'єктивного) при виділенні областей візуальної уваги. Отже, дану характеристику можна розглядати як якусь інформативну ознаку, по якому можна встановлювати взаємно однозначна відповідність між зображенням і його змістом, і використовувати його для побудови алгоритмів пошуку зображень за змістом.

Відзначимо, що в літературі для позначення області зображення, що містить елементи, на яких концентрується увага людини, використовується поняття «фокус уваги». У більшості випадків фокус уваги визначається у вигляді окружності різного радіуса, тобто так само як і сегментація зображень не приводить до ідентифікації візуально спостережуваних об'єктів. У роботі Уалтера (Walther) використовується найбільш удале на наш погляд поняття «прото-об'єкт» – область зображення, що привертає увагу людини, що має довільну форму, що є грубим наближенням до спостережуваного об'єкту (або об'єктам).

Далі в роботі досліджені наступні моделі висхідної візуальної уваги: KU-модель, IKN-модель, НКР-модель, WK-модель, KB-модель, з яких, як показав Уалтер (Walther), найкращою моделлю серед всіх відомих є WK-модель. Однак, як показали отримані нами результати, WK-модель також не вільна від ряду недоліків:

- Прото-об'єкт, який шукається, є лише грубим наближенням до об'єкту, що привертає увагу людини.
- Оцінка алгоритму по базі природних зображень показала, що з його допомогою правильно знайдені прото-об'єкти тільки для 52% зображень.

3. На основі візуального аналізу знайдених прото-об'єктів зроблений вивід, що області, що відповідають прото-об'єктам невеликі в порівнянні з розміром присутніх на зображеннях об'єктів, а їхні границі виявляються дуже грубими (східчастими).

Приклади прото-об'єктів, знайдених за допомогою WK-моделі, показані на рис. 5.

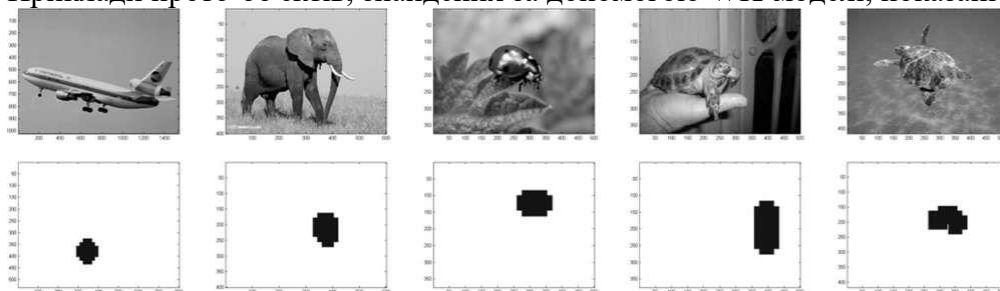


Рисунок 5 – Прото-об'єкти, знайдені за допомогою WK-моделі

Для усунення перерахованих вище недоліків WK-моделі, був розроблений алгоритм знаходження прото-об'єкту на кольорових природних зображеннях. Нехай  $I(x)^{RGB}$  – вихідне зображення в просторі RGB, задане на поле зору  $X$  ( $x$  – піксель зображення,  $x \in X$ ). НПО-алгоритм реалізується наступною послідовністю дій:

- Створення ескізу зображення  $\Psi(\chi)$ . Під ескізом зображення розуміється зменшена до розміру 200 пікселів по більшій стороні зображення кольорова копія вихідного зображення. Зображення  $\Psi$  задано на поле зору  $\xi$  ( $\chi$  – піксель зображення,  $\chi \in \xi$ ).
- Перетворення ескізу в простір LAB:



$$\Psi(\chi) \rightarrow \Psi(\chi)^{LAB}.$$

- Знаходження фокуса уваги на кожному компоненті LAB:

- згладжування усереднюючим фільтром, область усереднення задавалася за замовчуванням рівної 3 x 3;

- застосування різницевого текстурного фільтра Local range of image. Значення кожного пікселя  $\chi$  визначається різницею максимального й мінімального значення пікселів в околиці 3 x 3 цього пікселя. Одержуємо зображення  $\Psi(\chi)$ ;

- гранична обробка:

$$\Psi(\chi)^{thr} = \begin{cases} 0, & \text{если } \Psi(\chi)^t = R \cdot \max_{i,j}(\chi)^t \\ \Psi(\chi)^t, & \text{иначе.} \end{cases},$$

де  $R = 0.75$  – значення, обумовлене експериментально;

- перетворення  $\Psi^{thr}$  у бінарне зображення  $\Psi^{bin}$

- видалення статистично незначущих пікселів  $\chi$ , які ідентифікуються як викиди. Тут аналіз викидів виконується окремо по осях X і Y. Статистична значимість викидів оцінювалася за допомогою критерію Романовського. Пікселі визнані викидами хоча б по одній осі видалялися;

- обчислення вершин прямокутника, що обмежує отриману безліч білих пікселів. Отримана прямокутна область характеризує фокус уваги. Зображення F є бінарною маскою фокуса уваги. на якій значення пікселя дорівнює 1, якщо піксель належить знайденій прямокутній області (інакше 0).

Результатом виконання п. 3 є три знайдені фокуси уваги  $F(\chi)^L$ ,  $F(\chi)^A$ ,  $F(\chi)^B$ .

4. Обчислення узагальненого фокуса уваги F:

$$F(\chi) = F(\chi)^L + F(\chi)^A + F(\chi)^B.$$

5. Видалення пікселів домінантного кольору. Об'єкт на зображенні відрізняється від тла в тому числі й кольором (причому тло займає значну частину зображення), тому доцільно не відносити пікселі домінантного кольору до об'єкту:

$$\Phi(\chi) = \begin{cases} 0, & \text{если } C_{\min} \leq \text{Ind}(\chi) \leq C_{\max}; \\ F(\chi), & \text{иначе.} \end{cases},$$

де  $\text{Ind}(\chi)$  – індексоване зображення,  $C_{\min}$ ,  $C_{\max}$  – границі діапазону домінантного кольору, що перебуває в такий спосіб:

- перетворення  $\Psi(\chi)$  в індексоване зображення  $\text{Ind}(\chi)$ ;
- побудова гістограми для  $\text{Ind}(\chi)$ ;
- визначення інтервалу, якому відповідає максимум гістограми:

$$[C_{\min}, C_{\max}];$$

6. Сегментація зображення? (?) за допомогою алгоритму JSEG. Навмисно був обраний режим пересегментації (параметр -1 установлювався рівним 10).

7. Вибір серед результатів сегментації областей, що належать прото-об'єкту. Область належить об'єкту, якщо в ній є присутнім не більше 30% пікселів  $\chi = 0$  на зображенні  $\Phi(\chi)$ . Обрані області поєднуються й утворюють прото-об'єкт.

8. Збільшення бінарної маски знайденого прото-об'єкту до розмірів вихідного зображення I(?).

Ілюстрація алгоритму знаходження прото-об'єкту представлена на рис. 6.

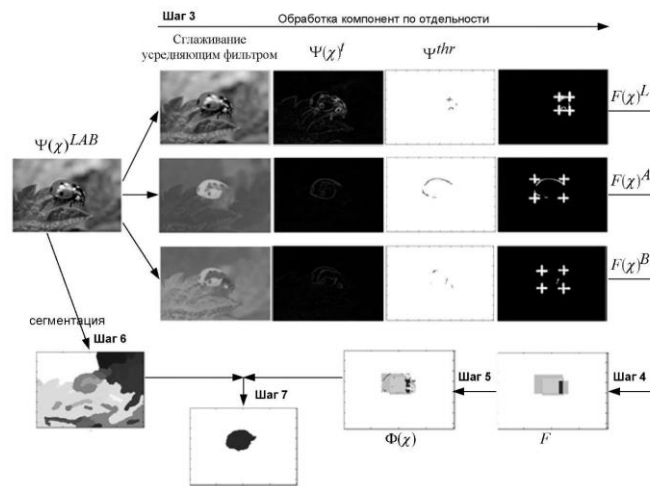


Рисунок 6 – Ілюстрація роботи алгоритму знаходження прото-об’єкту на різних етапах

Приклади прото-об’єктів, знайдених за допомогою алгоритму знаходження прото-об’єкту на інших зображеннях, представлені на рис. 7.

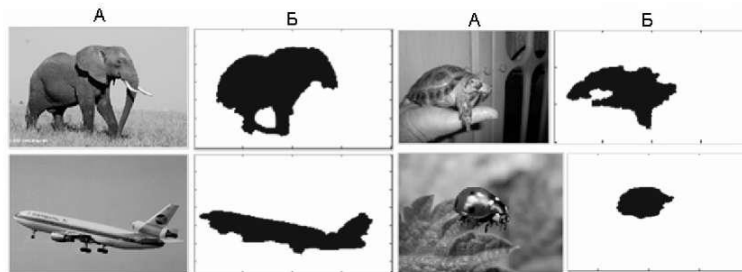


Рисунок 7 – Приклади прото-об’єктів, знайдених за допомогою алгоритму знаходження прото-об’єкту (А – вихідні кольорові зображення, Б – маски знайдених прото-об’єктів)

НПО-алгоритм застосуємо до наступних зображень:

1. Кольорові зображення. В алгоритмі JSEG використовується інформація про розподіл кольорів на зображенні.
2. Природні зображення (фотографії), для яких характерна присутність різноманітних текстур. У НПО-алгоритмі при знаходженні фокуса уваги використовується текстурний фільтр.
3. Зображення, що не містять складних сцен з більшою кількістю об’єктів. У НПО-алгоритмі закладене знаходження одного прото-об’єкту. Якщо на зображенні присутне більше одного об’єкту, то алгоритм знаходить один прото-об’єкт, що відповідає одному з наявних об’єктів.

Виконано порівняння НПО– і WK-алгоритмів. Для об’єктивної оцінки результатів автоматичної локалізації об’єкту використовувалися наступні критерії:

- Повнота (recall) – частка пікселів прото-об’єкту, що входять до складу об’єкту, від загального числа пікселів, що належать об’єкту.
- Точність (precision) – частка пікселів прото-об’єкту, що входять до складу об’єкту, від загального числа пікселів, що належать прото-об’єкту:

Нехай  $I(x)$  зображення, де  $x$  – піксель зображення ( $x \in X$ ).

Позначимо  $M$  бінарну маску об’єкту, знайдену експертом. Об’єкту на зображенні відповідає безліч:

$$O = \{x \in X | M > 0\}.$$

Позначимо  $M'$  бінарну маску прото-об'єкту, знайдену автоматично. Прото-об'єкту на зображенні відповідає безліч:

$$O' = \{x \in X | M' > 0\}.$$

Перетинанням безлічей  $O$  і  $O'$  є підмножина  $Cross$ , що втримується одночасно в  $O$  і  $O'$  для кожного  $x \in X$ :

$$Cross = O \cap O' = \{x | x \in O \wedge x \in O'\},$$

тоді повнота й точність обчислюються по формулах:

$$recall = \frac{|cross|}{|O|}, \quad precision = \frac{|cross|}{|O'|}.$$

Проведено серію експериментів по дослідженню впливу наступних факторів на результативність локалізації об'єкта:

– Положення об'єкту щодо центра природного зображення. Тестування виконувалося на колекції з 50 кольорових зображень. На кожному зображенні присутнє один добре виражений об'єкт, розташований не по центрі зображення.

– Положення об'єкту щодо центра штучно згенерованого кольорового зображення. Тестування виконувалося на колекції 49 зображень розміром 200 x 200 пікселів. У відсотках від площі всього зображення середня площа об'єкту на зображенні становить  $S = 3.7 \pm 0.1$ .

– Невеликий розмір об'єкту на природному зображенні. Тестування виконувалося на колекції з 72 зображень, на кожному з яких є присутнім один виражений об'єкт, розташований не по центрі. У відсотках від площі всього зображення середня площа об'єкту становить  $S = 6.2 \pm 0.3$ .

– Невеликий розмір об'єкту на штучно згенерованому кольоровому зображенні. Тестування виконувалося на колекції 50 зображень. У відсотках від площі всього зображення середня площа об'єкту становить  $S = 0.802 \pm 0.008$ .

– Наявність шумів на штучно згенерованому кольоровому зображенні. Тестова колекція складається з 49 зображень, на які доданий шум і об'єкти розташовані не по центрі. У відсотках від площі всього зображення середня площа об'єкту на зображенні становить:

$$\bar{S} = 3.7 \pm 0.1.$$

Результати експериментів представлені на рис. 8.

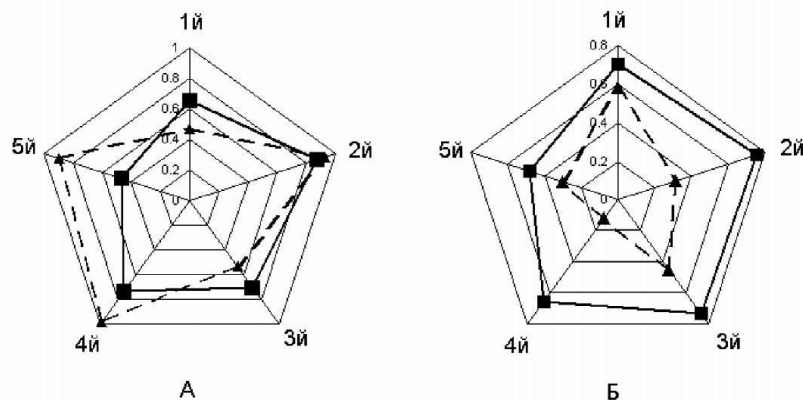


Рисунок 8 – Результати 5-ти експериментів у порівнянні НПО– і WK-алгоритмів.

(А) – оцінки повноти (recall), (Б) – оцінки точності (precision). Суцільна лінія відповідає НПО-алгоритму, пунктирна – WK-алгоритму

З рис. 8(Б) видно, що у всіх експериментах значення критерію точності для НПО-алгоритму вище, ніж для WK-алгоритму. З рис. 8(А) видно, що при пошуку прото-об'єкту на природних зображеннях (експерименти №1 і №3) значення повноти вище для НПО-алгоритму, чим WK-алгоритму. Середній час обробки одного зображення алгоритмом знаходження прото-об'єкту склало 3.9 з, що на 1.1 с. більше в порівнянні з WK-алгоритмом.

Таким чином, НПО-алгоритм дозволяє точніше знайти прото-об'єкт на природних зображеннях, і може бути використаний при пошуку зображень за змістом.

Далі опишемо розроблений автором прототип СВІR-системи, орієнтованої на пошук схожих об'єктів на зображеннях, методи пошуку зображень із використанням ознак прото-об'єкту й результати експериментів по перевірці їхньої працездатності.

Відзначимо, що при пошуку зображень по візуальній подобі варто враховувати наступні обставини:

1. На зображеннях присутнє тло, що вносить перекручування в глобальні характеристики зображень;
2. При пошуку зображення людини в більшості випадків цікавить конкретний об'єкт на зображенні-запиті;
3. Ряд відомих сайтів (наприклад, Яндекс.Фоткі, Flickr, Вконтакті) надають користувачеві можливість викладати власні фотографії, постачена сервісом, що дозволяє облямовувати область, що цікавить, обмежуючим прямокутником, а також підписувати об'єкти на зображенні.

Додаткова інформація, одержувана від користувача про положення об'єкту на зображенні, може бути використана для уточнення алгоритмів автоматичного знаходження зображень. Отже, доцільно попередньо знаходити на зображеннях об'єкти, що залучають увагу людини, після чого оцінювати подібність об'єктів на зображеннях у базі з об'єктом на зображенні запиту. Запропонований підхід реалізується наступною послідовністю дій:

– Формування запиту: запит задається у вигляді зображення, на якому користувач визначає область, що відповідає об'єкту. При цьому об'єкт може бути заданий двома способами – вручну (користувач задає його об'єкт, що цікавить, виділяючи його на зображенні спеціальним інструментом, окреслюючи область ламаною лінією) або автоматично (об'єкт на зображенні перебуває за допомогою алгоритму знаходження прото-об'єкту).

– Добування ознак: для перевірки підходу пошуку зображень із використанням інформації про прото-об'єкт обчислювалася тільки ознака кольору – гістограма кольору в просторі RGB (8 інтервалів у гістограмі).

– Вимір подібності зображень: як міра подібності зображень використовувалася відстань Бхаттачарія (Bhattacharyya distance)).

Проведено експериментальну перевірку запропонованого підходу, у ході якої пошук здійснювався по колекції зображень, що складає з 2233 кольорових зображень (обраних з фотохостінга Яндекс.Фоткі і Яндекс.Картинки). Кожне зображення було віднесено до однієї з 49-ти заздалегідь заданих категорій. Причому в кожній категорії була різна кількість зображень, що дозволило наблизитися до реальної бази зображень, зміст якої в цілому носить випадковий характер.

Знайдені зображення вважалися релевантними, якщо вони попадали в ту ж категорію, що й зображення-запит (Строга релевантність). Відзначимо, що в ряді випадків людина відносить зображення до однієї категорії не тільки на основі візуальної оцінки їхньої подібності, але й з використанням додаткової наявної в нього інформації. Отже, Строга релевантність заснована на семантичній подібності. Наприклад, слон, носоріг, бегемот по зовнішньому вигляді часом бувають дуже схожі. Однак людина звичайно шукає саме те, що зображено на картинці, тому в нашій тестовій колекції зображень вони віднесені в різні категорії, і при строгій оцінці вони вважаються нерелевантними.

Для пошуку зображення були використані наступні методи:

– Пошук за ознакою кольору прото-об'єкту (об'єкт на зображенні-запиті задає користувач).

– Пошук за ознакою кольору прото-об'єкту (об'єкт на зображенні-запиті перебуває автоматично за допомогою розробленого алгоритму знаходження прото-об'єкту).

– Комбінований пошук. Об'єднання пошуку по глобальній ознаці кольору й пошуку за ознакою кольору прото-об'єкту (об'єкт на зображенні-запиті задає користувач).

Пошук по глобальній ознаці кольору є широко використовуваним методом пошуку зображень за змістом, тому в роботі виконане порівняння запропонованих методів з пошуком по глобальній ознаці кольору.

Для кількісної оцінки якості пошуку використовувалися наступні критерії:

– Точність на рівні  $n$  документів (Точність( $n$ )). Тут точність – частка релевантних зображень у загальному числі знайдених. Точність на рівні  $n$  документів визначається як кількість релевантних документів серед перших  $n$  виданих документів, ділена на  $n$  (наприклад, точність(5) – частка релевантних зображень у перших 5-ти знайдених). Даний критерій є незамінним критерієм при оцінці якості сучасних систем пошуку, тому що, зокрема, дозволяє оцінити корисність першої сторінки відповіді системи для користувача.

– Повнота(50) – частка релевантних зображень, виявлених серед перших 50-ти знайдених, у загальній кількості релевантних по даному запиту.

– R-точність. R-точність дорівнює точності на рівні  $n$  документів для  $n$  рівного кількості релевантних документів для даного запиту. Дана метрика особливо корисна в тих випадках, коли для різних запитів спостерігається більша різниця в кількості відомих релевантних документів.

4. Середня точність. Середня точність для даного запиту визначається в такий спосіб: нехай для даного запиту є  $k$  релевантних документів. Точність на рівні  $i$ -го релевантного документа  $prec\_rel(i)$  дорівнює  $precision(pos(i))$ , якщо  $i$ -й релевантний документ перебуває в результатах запиту на позиції  $pos(i)$ . Якщо  $i$ -й релевантний документ не знайдений, то  $prec\_rel(i) = 0$ . Середня точність для даного запиту дорівнює середньому значенню величини  $prec\_rel(i)$  по всім  $k$  релевантним документам:

$$Avg\ Prec = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k prec\_rel(i).$$

Проведені 3 експерименти, у ході яких отримані оцінки ефективності:

Експеримент I. Пошук по глобальній ознаці кольору.

Експеримент II. Пошук за ознакою кольору рівня прото-об'єкту (об'єкт на зображенні-запиті перебуває автоматично).

Експеримент III. Пошук за ознакою кольору рівня прото-об'єкту (об'єкт на зображенні-запиті задає користувач).

Експеримент IV. Комбінований пошук (облік глобальних ознак кольору й ознак прото-об'єкту).

Результати експериментів при оцінці строгої релевантності представлені на рис. 9.

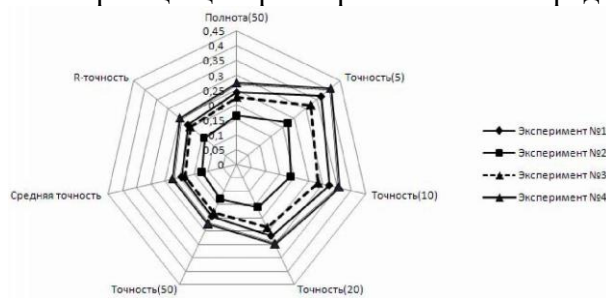


Рисунок 9 – Результати 3-х експериментів. Строга релевантність

Результати порівняння запропонованих методів з пошуком по глобальній ознаці кольору представлені в табл. 3.

Таблиця 3 – Порівняння результатів 3-х експериментів. Строга релевантність

		Порівняння з пошуком по глобальній ознаці кольору (експеримент 1)		
№	критерій	Пошук за ознакою кольору прото-об'єкту (об'єкт на запиті перебуває автоматично)	Пошук за ознакою кольору прото-об'єкту (об'єкт на запиті задає користувач)	Комбінований метод пошуку (облік глобального кольору й кольори прото-об'єкту)
1	повнота(50)	нижче на 32 %	нижче на 6%	вище на 12%
2	точність(5)	нижче на 39%	нижче на 13%	вище на 10%
3	точність(10)	нижче на 42%	нижче на 12%	вище на 9%
4	точність(20)	нижче на 40%	нижче на 12%	вище на 10%
5	точність(50)	нижче на 33%	нижче на 8%	вище на 13%
6	середня точність	нижче на 37%	нижче на 6%	вище на 14%
7	R-точність	нижче на 33%	нижче на 4%	вище на 14%
Номер експерименту		2	3	4

Виявляється, що якщо об'єкт на зображенні задається автоматично (експеримент №2), то пошук менш ефективний у порівнянні з пошуком по об'єкту, що задається вручну (експеримент №3). Отже, об'єкт на зображенні-запиті доцільно задавати вручну, оскільки користувач точніше формулює запит для пошуку.

Однак, на рис. 9 видно, що значення критеріїв досить близький друг до друга, тому далі проведено дослідження з оцінки збігу в зображеннях, вірно знайдених за допомогою пошуку, по наступних ознаках:

1. Глобальній ознаці кольору (експеримент №1) і ознаці кольору прото-об'єкту, що перебуває автоматично (експеримент №2).

2. Глобальній ознаці кольору (експеримент №1) і ознаці кольору прото-об'єкту, що задається користувачем (експеримент №3).

3. Ознаці кольору прото-об'єкту, що перебуває автоматично (експеримент №2) і ознаці кольору прото-об'єкту, що задається користувачем (експеримент №3).

Результати оцінки збігу в зображеннях представлені в табл. 4.

Таблиця 4 – Відсоток збігів від загального числа вірно знайдених зображень

№	Характеристика	Експерименти №1 і №2	Експерименти №1 і №3	Експерименти №2 і №3
1	Загальна кількість вірно знайдених зображень по всіх запитах (сума знайдених 2-ма методами)	1872	2036	1600
2	Відсоток знайдених зображень, що збіглися, (від загальної кількості вірно знайдених)	25.5 %	33.4 %	40.0 %

З табл. 4 видно, що:

– При пошуку по глобальній ознаці кольору (експеримент №1) і ознаці кольору прото-об'єкту, що перебуває автоматично (експеримент №2) збігається лише 25.5 % серед вірно знайдених зображень обома методами.

– При пошуку по глобальній ознаці кольору (експеримент №1) і ознаці кольору прото-об'єкту, що задається користувачем (експеримент №3) збігається лише 33.4 % серед вірно знайдених зображень обома методами.

– При пошуку за ознакою кольору прото-об'єкту, що перебуває автоматично (експеримент №2) і ознаці кольору прото-об'єкту, що задається користувачем (експеримент №3) збігається лише 40.0 % серед вірно знайдених зображень обома методами.

Аналіз результатів проведених експериментів по глобальному пошуку зображень і за ознакою прото-об'єктів дозволяють зробити наступні висновки:

– Пошук по глобальній ознаці кольору й за ознакою прото-об'єкту дають приблизно однакову якість пошуку (за значеннями критеріїв повноти й точності на рівні перших 50-ти знайдених зображень);

– Існують класи зображень, які доцільно шукати тільки за ознаками прото-об'єктів (1 клас), і зображень, які доцільно шукати тільки по глобальних ознаках (2 клас);

– Виявилося, що відсоток збігу в зображеннях, вірно знайденими по глобальній ознаці кольору й за ознакою кольору прото-об'єкту, становить приблизно 30%. Отже, 70% зображень можливо знайти, використовуючи по черзі пошук по глобальній ознаці кольору й за ознакою кольору прото-об'єкту.

Таким чином, однієї з можливостей поліпшення якості пошуку є комбінування пошуку по глобальних ознаках і за ознаками прото-об'єктів. З рис. 9 і табл. 3 видно, що комбінований метод пошуку за всіма критеріями показав найкращі результати.

Ілюстрація результатів пошуку за глобальним кольором й за ознаками прото-об'єктів представлена на рис. 10-11.



Рисунок 10 – Ілюстрація результатів пошуку за глобальним кольором (перше зображення – запит)

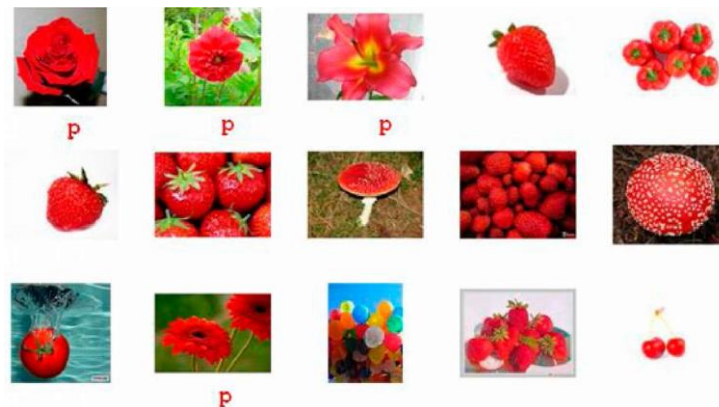


Рисунок 11 – Ілюстрація пошуку за ознаками прото-об'єктів (зображення-запит теж саме, що й у попередньому випадку, об'єкт на запиті задає користувач)

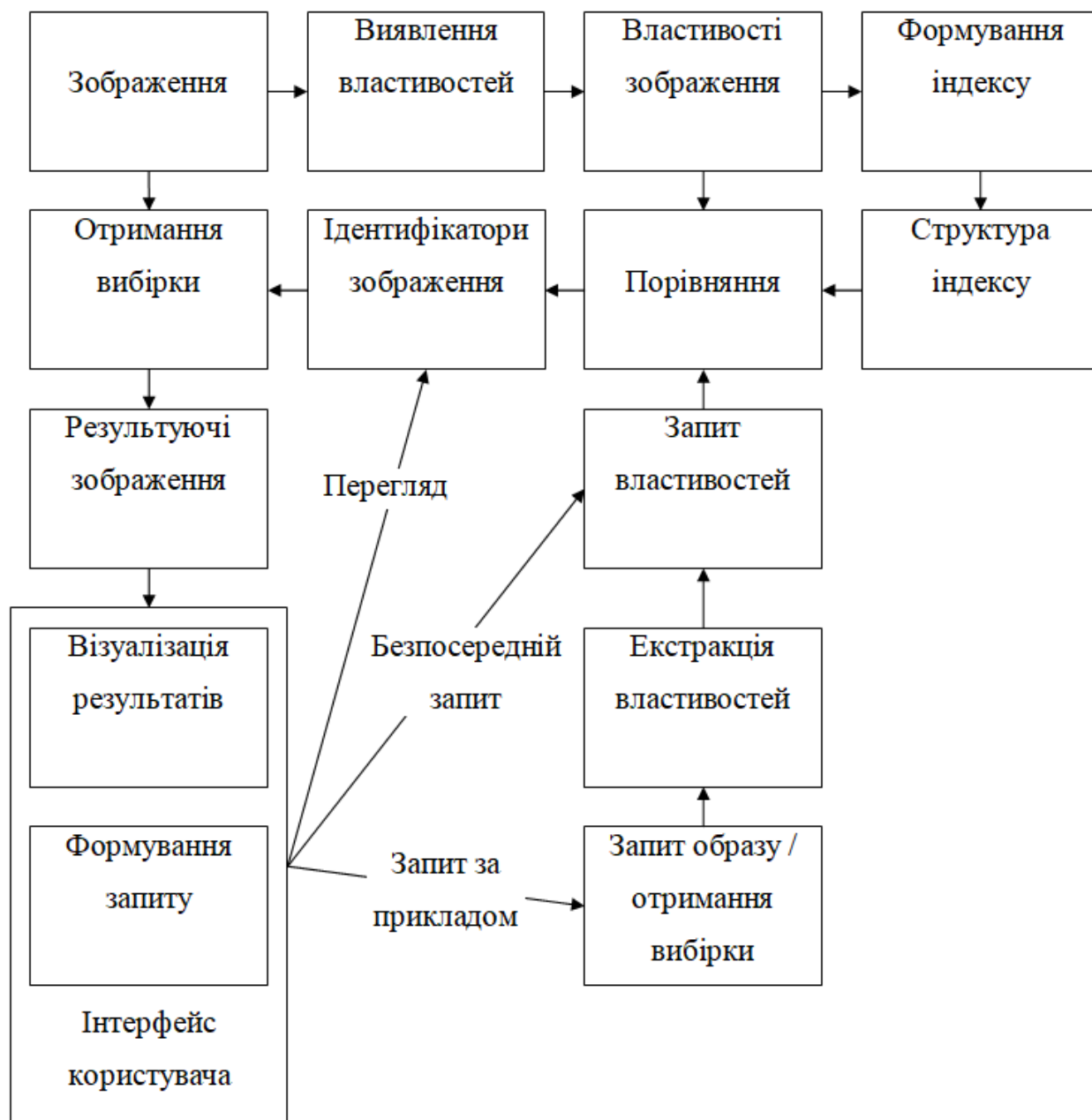


Рисунок 12 – Структурна схема системи

З рис. 10 видно, що серед перших 14-ти знайдених зображень релевантним запиту немає жодного. При цьому очевидно, що в цьому випадку якість пошуку перевернена впливом зеленого тла.

З рис. 11 видно, що серед знайдених зображень релевантними запиту є 3 зображення (не з огляду на знайдене зображення-запит). Причому всі об'єкти на знайдених зображеннях того ж кольору, що й об'єкт на запиті. Отже, використання інформації тільки про об'єкт на зображенні в цьому випадку дозволило уникнути впливу тла на результати пошуку. У той же час необхідно використовувати додаткові ознаки прото-об'єктів, щоб мати можливість розрізняти друг від друга об'єкти одного кольору. Однак дані приклади ілюструють можливість використовувати пошук по прото-об'єкті для пошуку зображень зі схожими об'єктами.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувацьких інтерфейсів. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем комп'ютерного зору для створення інтерактивних



користувальницьких інтерфейсів; Досліджена система комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів. 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., 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.
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., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebishko, 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.
5. 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.
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., 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.
8. 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.
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
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., 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., 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.
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, S., Bulekbaeva, G., Kikvidze, O.G., Lakhno, V., Brzhanov, R., Tabylov, A. «Computer simulation in the MathCAD package of plastic deformation of the deposited layer on the flat surface of the part». Journal of Theoretical and Applied Information Technology Volume 97, Issue 20, 2019, Pages 2467-2484. (Scopus).

УДК 004

Ю.Омелян, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ У ХМАРІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи підвищення надійності зберігання даних у хмарі. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи підвищення надійності зберігання даних у хмарі. Об'єктом дослідження є процес підвищення надійності зберігання даних у хмарі. Предметом дослідження є методи підвищення надійності зберігання даних у хмарі. Методи дослідження базуються на методах теорії надійності, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи підвищення надійності зберігання 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.** Ріст обсягів даних, що зросли вимоги до надійності зберігання й швидкодії доступу до даних роблять необхідним виділення засобів зберігання в окрему підсистему Обчислювального Комплексу (ОК). Роль і важливість системи зберігання визначаються постійно зростаючою цінністю інформації в сучасному суспільстві, можливість доступу до даних і керування ними є необхідною умовою для виконання бізнес-процесів. Безповоротна втрата даних піддає бізнес серйозній небезпеці. Втрачені обчислювальні ресурси можна відновити, а втрачені дані, при відсутності грамотної спроектованої й впровадженної системи резервування, уже не підлягають відновленню. По даним Gartner, серед компаній, що постраждали від катастроф і які пережили велику необоротну втрату корпоративних даних, 43% не змогли продовжити свою діяльність. Доступ до даних неможливий як у випадку виходу з ладу каналів (доступу) або обчислювальних засобів, так і у випадку відсутності необхідної продуктивності для виконання прикладних завдань. Виділення засобів зберігання даних в окрему підсистему в рамках Обчислювального Комплексу дозволить проєктувальникам сконцентруватися на рішенні проблем забезпечення надійного зберігання й доступу до даних у рамках однієї підсистеми. Крім того, це створює передумови для оформлення системи зберігання даних (СЗД) в організаційно-технічну структуру, що є основою для аутсорсингу послуг з надання засобів зберігання даних.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи підвищення надійності зберігання даних у хмарі.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи підвищення надійності зберігання даних у хмарі.

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

- Огляд існуючих систем підвищення надійності зберігання даних у хмарі.
- Дослідження системи підвищення надійності зберігання даних у хмарі.
- Програмна реалізація системи підвищення надійності зберігання даних у хмарі.

*Об'єктом дослідження* є процес підвищення надійності зберігання даних у хмарі.

*Предметом дослідження* є методи підвищення надійності зберігання даних у хмарі.

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

**Виклад основного матеріалу.** Мережною інфраструктурою, що поєднує велику кількість серверів і пристроїв зберігання, необхідно управляти й, як мінімум, відслідковувати її стан. Сказане не означає, що немає необхідності моніторингу стану, наприклад, двох серверів і одного масиву, підключеного до них прямо. Однак, це можна реалізувати підручними засобами – убудованими утилітами серверів, масиву й операційної системи, безкоштовними (freeware) утилітами або скриптами. Кожне із пристроїв у СЗД має кілька об'єктів, що вимагають керування й контролю стану, наприклад дискові групи й томи в масивів, порти в масивів і комутаторів, адаптери в серверах. Як тільки число об'єктів керування в СЗД починає обчислюватися десятками, керування такою конфігурацією за допомогою "підручних" засобів віднімає в адміністраторів занадто багато часу й сил, і неминуче приводить до помилок. Упоратися з таким завданням можна тільки використовуючи повномасштабну систему керування. Це справедливо для будь-яких великих систем і для великої системи зберігання даних, зокрема. Впровадження системи керування стає особливо актуальним у тих випадках, коли система зберігання даних виділена не тільки структурно й функціонально, але й організаційно.

Система зберігання даних повинна включати наступні підсистеми й компоненти:

– Пристрої зберігання даних: дискові масиви й стрічкові бібліотеки. Сучасні високопродуктивні дискові масиви використовують технологію Fibre Channel для підключення до них серверів і для доступу до дисків усередині масиву. Вони можуть масштабуватися до десятків терабайт дискового простору й мають убудований інтелект для виконання спеціальних функцій, таких як: віртуалізація дискового простору, розмежування доступу до дискового простору, створення Point-In-Time (PIT) копій даних і реплікація даних між масивами. До пристроїв зберігання даних також ставляться всілякі бібліотеки – стрічкові, магнітооптичні й CD/DVD, які в розглядатися не будуть. Визначення поняття Point-In-Time копії даних (PIT-копія, іноді зустрічається скорочення I-T-копія) треба з його назви – це копія даних, зроблена на певний момент часу, і стан даних "заморожено" у момент створення копії. Іноді плутають PIT-копії з "моментальними знімками" (SnapShot), які в дійсності є тільки одним з методів створення PIT-копій. До інших методів створення PIT-копій ставляться методи клонування (clone) даних.

– Інфраструктуру доступу серверів до пристроїв зберігання даних. У цей час, як правило, інфраструктура доступу серверів до пристроїв зберігання даних створюється на основі технології SAN. SAN є високопродуктивною інформаційною мережею, орієнтованою на швидку передачу більших обсягів даних.

– В основі концепції SAN лежить можливість з'єднання кожного із серверів з будь-яким пристроєм зберігання даних, що працюють за протоколом Fibre Channel. Мережа зберігання даних утворюють: волоконно-оптичні з'єднання, Fibre Channel Host Bus Adapters (FC-HBA) і FC-комутатори, у цей час передачі, що забезпечують швидкість, 200 Мбайт/с і відстань між об'єктами, що з'єднуються, до декількох десятків кілометрів. У випадку, якщо відстань між об'єктами перевищує можливості FC-устаткування ні достатньої кількості "темної" оптики, зв'язок між об'єктами можна забезпечити використовуючи технологію ущільненого спектрального мультиплексування DWDM або інкапсулював FibreChannel в інший транспортний протокол, наприклад в TCP/IP. Технологія DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) дозволяє оптимальним образом застосовувати оптоволоконні ресурси й передавати не тільки трафік Fibre Channel, але також Ethernet і інші протоколи по тим самим оптичних каналах одночасно. При цьому відстані між об'єктами, що з'єднуються, можуть становити сотні й навіть тисячу кілометрів. Докладніше про SAN можна прочитати в [1]. "Темна" оптика – це технічний жаргон, що позначає оптичну магістраль (кабель) на шляху проходження якої не встановлені ніякі активні пристрої. Відсутність таких пристроїв має на увазі, що по кабелю не передається ніяких сигналів. Для оптики таким сигналом є світло, тобто в оптичний кабель не світить ні який пристрій. Звідси й походження терміна. Без

застосування додаткових пристроїв, наприклад FC-ATM конвертерів, FC-комутатори не можуть віддавати пакети по магистралі, де присутні інші активні пристрої.

– Систему резервного копіювання й архівування даних. Система призначена для створення резервних копій і відновлення даних. Система резервного копіювання дозволяє захистити дані від руйнування не тільки у випадку збоїв або виходу з ладу апаратури, але й у результаті помилок програмних засобів і користувачів.

– Виконання резервного копіювання є одним з необхідних методів забезпечення безперервності бізнесу. Створення централізованої системи резервного копіювання дозволяє скоротити сукупну вартість володіння ІТ-інфраструктурою за рахунок оптимального використання пристроїв резервного копіювання й скорочення витрат на адміністрування (у порівнянні з децентралізованою системою).

– Програмне забезпечення керування зберіганням даних. Програмне забезпечення призначене для рішення завдань керування зберіганням даних, наприклад, для розмітки дискових томів або підвищення продуктивності доступу до даних прикладного ПЗ. Наприклад, убудоване в масиви Hitachi Lightning 9900V програмне забезпечення Cruise Control збирає статистику по інтенсивності роботи з даними, і виходячи з її ухвалює рішення щодо переміщення даних на диски, продуктивність яких відповідає швидкості звертання до даних.

– Систему керування. Система призначена для моніторингу й керування рівнем якості сервісу зберігання даних. Вона тісно інтегрується із системою керування ОК. Основою системи керування СЗД є засоби керування апаратними ресурсами мережі зберігання даних. Їхня інтеграція з іншими системами дає можливість контролювати ресурси СЗД і управляти ними на всіх рівнях, від дисків у масиві до файлової системи сервера.

Серед підсистем СЗД система резервного копіювання заслуговує на особливу увагу. Як треба з визначення, створення системи резервного копіювання є одним із засобів забезпечення надійного зберігання даних, про які поговоримо нижче. Однак, систему резервного копіювання необхідно включити в СЗД як окрему підсистему не тільки із цієї причини. Обсяг даних, вимірюваний одиницями й десятками терабайтів, вимагає усе більше часу на процедуру резервного копіювання. Класичні засоби резервного копіювання по ЛОМ не встигають виконати цю процедуру й укластися у відведене тимчасове "вікно", що скорочується з наближенням режиму роботи інформаційної системи до "24x7" (наприклад, у системах обслуговуючі регіони із центра). Рішенням зазначеної проблеми є використання SAN для передачі даних резервного копіювання, а також застосування засобів сучасних дискових масивів для створення PIT-копій. У цьому випадку буде потрібно тісна інтеграція системи резервного копіювання з SAN і дисковими масивами.

#### **Завдання які стоять перед системою зберігання даних**

Система зберігання даних призначена для організації надійного зберігання даних, а також відказостійкого, високопродуктивного доступу серверів до пристроїв зберігання. Існуючі в цей час методи по забезпеченню надійного зберігання даних і відказостійкого доступу до них можна охарактеризувати одним словом – дублювання.

Так, для захисту від відмов окремих дисків використовуються технології RAID, які (крім RAID-0) застосовують дублювання даних, збережених на дисках. Рівень RAID-5 хоча й не створює копій блоків даних, але все-таки зберігає надлишкову інформацію, що теж можна вважати дублюванням. Для захисту від логічного руйнування даних (руйнування цілісності бази даних або файлової системи), викликаних збоями в устаткуванні, помилками в програмному забезпеченні або невірних діях обслуговуючого персоналу, застосовується резервне копіювання, що теж є дублюванням даних. Для захисту від втрати даних внаслідок виходу з ладу пристроїв зберігання через техногенну або природну катастрофу, дані дублюються в резервний центр.

Відказостійкість доступу серверів до даних досягається дублюванням шляхів доступу. Стосовно до SAN дублювання полягає в наступному: мережа SAN будується як дві фізично незалежні мережі, ідентичні по функціональності й конфігурації. У кожний із серверів,

включених в SAN, установлюється як мінімум по двох FC-HBA. Перший з FC-HBA підключається до однієї "половинці" SAN, а другий – до іншої. Відмова встаткування, зміна конфігурації або регламентні роботи на одній із частин SAN не впливають на роботу іншої. У дисковому масиві відказостійкість доступу до даних забезпечується дублюванням RAID-контролерів, блоків живлення, інтерфейсів до дисків і до серверів. Для захисту від втрати даних дзеркалюють ділянки кеш-пам'яті, що беруть участь в операції записи, а електроживлення кеш-пам'яті резервують батареями. Шляхи доступу серверів до дискового масиву теж дублюються. Зовнішні інтерфейси дискового масиву, включеного в SAN, підключаються до обох її "половинок". Для перемикання зі шляху, що вийшов з ладу, доступу на резервний, а також для рівномірного розподілу навантаження між всіма шляхами, на серверах установлюється спеціальне програмне забезпечення, що поставляється або виробником масиву (EMC CLARiiON – PowerPath, HP EVA – AutoPath, HDS – HDLM), або третім виробником (VERITAS Volume Manager).

Необхідну продуктивність доступу серверів до даних можна забезпечити створенням виділеної високошвидкісної транспортної інфраструктури між серверами й пристроями зберігання даних (дисковим масивом і стрічковими бібліотеками). Для створення такої інфраструктури в цей час найкращим рішенням є SAN. Використання сучасних дискових масивів з достатнім обсягом кеш-пам'яті й продуктивної, що не має "вузьких місць" внутрішньою архітектурою обміну інформацією між контролерами й дисками, дозволяє здійснювати швидкий доступ до даних. Оптимальне розміщення даних (disk layout) по дисках різної ємності й продуктивності, з потрібним рівнем RAID залежно від класів додатків (СУБД, файлові сервіси й т.д.), є ще одним способом збільшення швидкості доступу до даних.

Disk layout – це схема розподілу дані додатки по дисках. Вона враховує в які рівні RAID організовані диски, число й розміри розділів на дисках, які файлові системи використовуються й для зберігання яких типів даних вони призначені.

Необхідно помітити, що оптимізація налаштувань програмних засобів, як самих додатків, так і операційної системи, дає істотно більший приріст продуктивності системи, ніж використання могутнішої апаратури. Обумовлено це в першу чергу тим, що оптимізація налаштувань усуває "вузькі місця" (bottleneck) на шляхах проходження потоків даних, тоді як нова апаратура робить "горлечко пляшки" ледве ширше й тільки (хоча іноді й цього досить для рішення проблем швидкодії). У рішенні завдання оптимізації може допомогти застосування спеціального ПЗ, у якому реалізовані функції, що враховують особливості взаємодії апаратури, операційної системи й прикладного ПЗ. Прикладом такого ПЗ служить опція Quick I/O файлової системи VxFS. Опція Quick I/O ліцензується в складі пакета VERITAS DataBase Edition (DBE) for ORACLE. Зазначена опція дозволяє СУБД ORACLE використовувати Kernel Asynchronous IO (KAIO) для доступу до файлів даних, що істотно підвищує продуктивність операцій введення-виводу СУБД. Докладніше про це можна прочитати в [4].

Крім досягнення необхідних показників продуктивності, відказостійкості й надійності зберігання даних у СЗД, замовники також прагнуть скоротити сукупну вартість володіння системою (Total cost of ownership – TCO). Впровадження системи керування дозволяє скоротити витрати на адміністрування СЗД і спланувати витрати на її модернізацію. Консолідація технічних засобів також сприяє скороченню витрат на експлуатацію СЗД.

### **Завдання які треба вирішити проектувальникові в процесі створення системи зберігання даних**

У процесі створення СЗД необхідно досягти оптимального співвідношення продуктивності, доступності (надійного зберігання й відказостійкого доступу) і сукупної вартості володіння.

Одним з найбільше часто використовуваних методів забезпечення високої доступності СЗД є дублювання, що підвищує вартість системи. Якщо не враховувати бізнес-вимог замовника до доступності системи, то система стає невиправдано дорогою. Погоня за

непотрібною продуктивністю також приведе до використання дорогих технічних засобів. Крім високих показників продуктивності, доступності й низкою вартості потрібно також забезпечити необхідну функціональність – обсяг зберігання й число серверів, що підключаються.

На жаль, замовники не завжди можуть описати вимоги по продуктивності в кількісних характеристиках, прийнятих для систем зберігання – пропускної здатності (Мбайт/с) або продуктивності (операцій уведення-виводу в секунду – I/O per second (IOPS)). Тому, щоб визначити якщо не кількісні характеристики, те хоча б характер навантаження, проектувальникові необхідно з'ясувати, роботу яких додатків повинна забезпечувати СЗД.

Різні класи додатків створюють різне навантаження на дискову підсистему. Наприклад, для СУБД характерні види навантажень, що залежать від класів завдань – транзакційні системи (Online Transaction Processing (OLTP)) і аналітичні системи (Decision Support Systems (DSS)). Для завдань класу OLTP характерним є великий потік запитів на уведення-вивід невеликих порцій даних. Для завдань класу DSS, навпроти, характерно невелике число запитів на читання більших порцій інформації.

Від того, яку навантаження дає додаток, залежить вибір способу розподілу даних по дисках і визначення обсягу кеш-пам'яті дискового масиву. Так для OLTP-завдань наявність кеш-пам'яті в дисковому масиві може зіграти істотну роль для підвищення продуктивності вводу-виводу. Навпроти, у завданнях класу DSS відбувається зчитування більших обсягів даних, що практично виключає їхнє повторне влучення в кеш-пам'ять (на відміну від OLTP-завдань). Таким чином, кешування зчитувальних даних при обробці DSS-завдань не завжди збільшує їхню продуктивність.

До типів навантаження на СЗД, виробленими завданнями класу OLTP, DSS і файловими сервісами можна віднести інші відомі типи додатків. Так, поштовий сервіс, побудований на базі MS Exchange або Lotus Domino, дає подібне навантаження на СЗД, що й OLTP, оскільки зазначені продукти побудовані на базі СУБД. Поштовий же сервіс, заснований на sendmail, робить навантаження на СЗД, характерну для файлової системи із частою зміною метаданих. Засоби резервного копіювання виконують послідовне читання даному, підлягаючому резервному копіюванню, що робить характер їхніх операцій схожим з DSS-завданнями.

Існує ще один, не згаданий раніше, тип навантаження, характерний для процесів журналювання. Прикладом можуть служити запису журналів транзакцій СУБД або журналів подій операційних систем. До цього класу також можна віднести завдання завантаження даних у БД або сховище даних (Data Warehouse). Навантаження, здійснюване на СЗД цим класом завдань, аналогічна навантаженню DSS тільки для операцій запису. Тут наявність кеш-пам'яті (на запис) у дисковому масиві не збільшує продуктивності запису даних. Дану тезу необхідно пояснити. Звичайне застосування кеш-пам'яті на запис зменшує час, що сервер витрачає на операцію запису й очікування її завершення. Але при записі великого обсягу інформації (завантаження даних у БД) або при записі даних, які пишуться на нове місце, таких як журнал транзакцій, існує висока ймовірність виникнення ситуації, коли кеш-пам'ять на запис уже буде повністю зайнята, а новий записуваний блок не відповідає жодному із уже присутніх у кеш-пам'яті. У цьому випадку масиву прийде звільнити кілька блоків кеш-пам'яті, записавши їхній зміст на диски, перш ніж почати обробку операції, що надійшла.

Визначити класи завдань, які буде обслуговувати СЗД, необхідно не тільки для виробітку політики роботи з кеш, але також для розподілу даних по дисках (disk layout). Для забезпечення надійного зберігання інформації диски організуються в рівні RAID 1, 0+1/1+0 або 5. Самим економічним з погляду використання додаткового (дублюючого) дискового простору є рівень RAID 5. Однак продуктивність RAID 5 нижче, ніж в RAID 1 або 0+1 при частих випадкових змінах даних, характерних для OLTP-завдань, і висока при зчитуванні даних, що характерно для DSS-завдань.

Також різні рівні RAID забезпечують різні рівні відказостійкості дискової пам'яті до збоїв окремих дисків. Так RAID 5 не рятує від двох послідовних відмов дисків, втім, як і RAID 0+1, якщо це диски різних половин "дзеркала". Найбільше відказостійким є рівень RAID 1+0 (попарне "дзеркалювання" дисків і потім їх "striping"), тому його рекомендується застосовувати для зберігання критичних даних, наприклад, журналів транзакцій СУБД. Практика показує, що для зберігання файлових систем і даних DSS-завдань досить використовувати RAID 5. Однак, якщо файлова система часто змінюється як, наприклад, у поштових системах sendmail, те має сенс використовувати журнальовану файлову систему або файлову систему з окремо збереженими метаданими, наприклад файлову систему Sun QFS. Тоді для зберігання журналів або окремих метаданих краще застосовувати RAID 1 або 1+0.

Striping – метод розміщення даних на дисках, при якому послідовно, що йдуть блоки, даних, складові логічний том, записуються по черзі на кожний фізичний диск, що входить у дискову групу. У такий спосіб досягається більша продуктивність, оскільки операції читання й запису на диски можуть вироблятися паралельно в порівнянні з варіантом, коли всі блоки логічного тому записується на один диск. Докладніше про striping і його вплив на продуктивність уведення-виводу можна прочитати в [3].

Докладніше про вплив кеш-пам'яті й disk layout на продуктивність уведення-виводу завдань класу OLTP і DSS можна прочитати в [3].

Для "великих" систем актуальною стає оптимізація налаштувань СЗД, спрямована на підвищення швидкодії для досягнення заданого рівня сервісу. Під "великий" розуміється така система, у якій обробляється значний обсяг даних – одиниці й десятки терабайт, і/або до СЗД підключені десятки серверів. Для невеликих систем проблеми зі швидкодією можна вирішити застосуванням більше продуктивної апаратури. В "великих" системах такий підхід може виявитися неприйнятним або у зв'язку з тим, що буде потрібно дуже дорога апаратура, або у зв'язку з тим, що вже досягнуть межа апаратної продуктивності. Єдиним рішенням у цьому випадку є оптимізація. Для оптимізації продуктивності СЗД бажано мати можливість управляти налаштуваннями на всьому шляху проходження даних від процесора до дисків і назад. Для СУБД ORACLE така оптимізація полягає в можливості використовувати КАІО, а також можливості відключити кеш файлової системи для файлів даних ORACLE (оскільки СУБД ORACLE кешує дані у власній області пам'яті SGA). Для цієї мети можна використовувати згаданий раніше пакет VERITAS DBE. Якщо в системі експлуатуються OLTP– і DSS-завдання (що є типовим для більшості систем), то для оптимізації продуктивності дискового масиву бажано мати можливість управляти налаштуваннями кеш-пам'яті для кожного логічного диска (LUN) окремо. Це необхідно для того, щоб для тих дисків, де розташовані дані OLTP-завдання, використовувати кеш (і бажано великого обсягу), а для дисків з даними DSS-завдання використання кеш-пам'яті відключити. Однак, якщо для OLTP– і DSS-завдань використовуються ті самі таблиці даних, те такі налаштування втрачають зміст доти, поки не буде вирішене питання про фізичне рознесення даних завдань по різних дисках, а виконання самих завдань перенесено на різні сервери. Це можна реалізувати засобами СУБД, наприклад, за допомогою експорту даних у файл і імпорту їх в іншу базу. Якщо обсяг даних великий і синхронізацію баз даних OLTP– і DSS-завдань треба проводити досить часто, цей варіант може виявитися неефективним. Тут може допомогти технологія створення РІТ-копій даних, реалізована в більшості сучасних дискових масивів.

Вище говорилося, що СЗД є важливою ланкою в забезпеченні заданого рівня сервісів, надаваних інформаційною системою. Рівень сервісу залежить не тільки від продуктивності СЗД, питання забезпечення якої тільки що обговорювалися, але також від готовності й надійного зберігання даних, інакше кажучи, від доступності СЗД. Виходячи з бізнес-вимог до інформаційної системи, необхідно визначити режими її роботи (24x7, 12x5 і т.п.), ступінь критичності даних залежно від ступеня критичності сервісів, що використовують ці дані,



вимоги до готовності й надійності даних залежно від ступеня їхньої критичності й режимів роботи системи.

Розглянемо для приклада роботу інформаційної системи комерційного банку. У банку експлуатується Автоматизована Банківська Система (АБС), що обслуговує фінансові транзакції клієнтів банку (OLTP-завдання). Режим роботи банку 8: 00-20:00. Банк має кілька філій у ряді регіонів України, які працюють із АБС головного офісу в термінальному режимі. Робочі годинники АБС становлять 6: 00-22:00. Припустимий час простою АБС – не більше 1 години. Припустимо втратити дані АБС не більш ніж за 0,5 години, оскільки за цей період вони можуть бути повторно уведені в систему з паперових носіїв (фактично це обумовлено бізнес-вимогою за часом проходження фінансової транзакції). Також у банку експлуатуються аналітичні завдання (DSS) на основі даних з АБС. Робочий час аналітиків 9:00-18:00. Припустимий час простою сервісів аналітичних завдань не більше 4-х годин. Завантаження даних з АБС в аналітичну базу (синхронізація) відбувається по закритті "операційного дня" в 23:00. Таким чином, відставання аналітичних даних від АБС становить поточний "операційний день". У випадку втрати даних аналітичних завдань вони повинні бути відновлені на момент останнього закритого "операційного дня". Строк відновлення аналітичних даних залежить від того, у який момент трапився збій у системі. Якщо збій відбувся ранком, то аналітичні дані повинні бути відновлені не пізніше, ніж за 4 години. Якщо збій трапився після обіду або ввечері, то відновлення повинне бути завершено до ранку наступного дня, плюс в аналітичну базу повинні бути завантажені дані останнього "операційного дня". Для виконання OLTP– і DSS-завдань використовується СУБД ORACLE 8i.

Аналізуючи бізнес-вимоги до інформаційної системи з наведеного приклада, виходить, що СЗД банку повинна забезпечувати роботу двох типів завдань – OLTP і DSS. Дані OLTP-завдання є критичними для системи в період з 6:00 до 23:00 (ураховується завантаження даних з АБС в аналітичну базу) і повинні забезпечувати високу готовність (простий не більше 1 години). Вимоги по надійності також високі – втрати не більше півгодини роботи. Навпроти, дані DSS-завдання не настільки критичні й вимоги по готовності не настільки високі, але повинна бути забезпечена висока надійність – втрати не припустимі.

У попередньому розділі були зазначені методи забезпечення доступності СЗД: дублювання апаратних компонентів і дублювання даних, що включає застосування різних рівнів RAID, резервне копіювання й реплікацію в резервний центр.

У наведеному прикладі ІС банку можна рекомендувати використовувати RAID 1+0 для файлів даних і журналів транзакцій OLTP-завдання, при цьому необхідно розташувати файли даних і журнали транзакцій на різних LUN. Така схема дозволить управляти продуктивністю (якщо використовувався масив може управляти кеш-пам'яттю для окремих LUN) і забезпечить високу надійність зберігання даних. Для даних DSS-завдання рекомендується використовувати RAID 5. Цього цілком достатньо для надійного зберігання даних DSS-завдання й продуктивності при читанні даних. Для відказостійкого доступу до даних у серверах АБС необхідно встановити як мінімум по 2 FC-HBA й підключити їх до різних контролерів дискового масиву. При цьому компоненти дискового масиву повинні бути продубльовані, а ділянки кеш-пам'яті, використовувані для операцій записи, задзеркальовані й захищені від збоїв живлення.

Про вибір масиву певного класу й з певними характеристиками мова йтиме в наступному розділі. Але необхідно відзначити, що не обов'язково всі компоненти масиву повинні бути дубльовані, якщо за зазначений припустимий період простою вони можуть бути замінені, а дані при необхідності відновлені з резервних копій.

Тип додатка впливає на те, як буде здійснюватися резервне копіювання. Наприклад, для резервного копіювання СУБД ORACLE засобами Recovery Manager (RMAN) рекомендується використовувати окремий сервер (а, отже, і окремий екземпляр бази даних і дисковий простір для нього), де буде розміщений RMAN Recovery Catalog. Для резервного

копіювання файлових систем цього не потрібно. Щоб відновити базу даних ORACLE необхідно мати копії журналів транзакцій, для чого рекомендується активізувати в СУБД ORACLE режим архівування журналів транзакцій (ARCHIVELOG). Для архіву журналів транзакцій буде потрібно виділити дисковий простір. Для його захисту від руйнування рівня RAID 5 буде досить. Який тип резервного копіювання використовувати (повне або інкрементальне) залежить від того, за який час можна буде скопіювати базу даних і журнали транзакцій зі стрічок на диски, і чи укладається повне резервне копіювання у відведене тимчасове вікно. Використання повного щоденного резервного копіювання дозволяє відновити базу швидше, ніж, наприклад, застосування повного щотижневого й щоденного інкрементального. При розрахунку часу відновлення СУБД ORACLE рекомендується врахувати, що дані з стрічки копіюються на диски повільніше, ніж записуються з дисків на стрічки, оскільки треба записувати метадані файлової системи [2]. Також треба врахувати, що після копіювання файлів даних і журналів транзакцій зі стрічок на диски СУБД ORACLE повинна буде виконати процедуру відновлення бази – RECOVERY, тобто "накотити" всі незавершені транзакції з журналів.

У наведеному прикладі ІС банку журнали транзакцій необхідно буде копіювати щопівгодини. Якщо зміни в базі даних АБС не великі (за день здійснюється невелике число фінансових транзакцій), то процедура RECOVERY буде виконуватися швидко (не більше десятка хвилин). Якщо база даних і журнали транзакцій можуть бути скопійовані зі стрічок на диски менш чим за 50 хвилин, досить буде робити повне резервне копіювання бази раз у добу після закриття "операційного дня". Але якщо ці умови не виконуються, то буде потрібно використовувати більше складні технології, такі як Storage Checkpoint, реалізовані в VERITAS DBE, або засобу створення PIT-копій.

Як говориться, збій збою ворожнеча. До цього моменту обговорювалися методи відновлення даних після "незначних" збоїв – руйнування даних у результаті відмов окремих елементів апаратури (дисків, контролерів і т.п.), помилок ПЗ або дій персоналу/користувачів системи. Збій у роботі системи може відбутися через аварію, причиною якої може бути вихід з коштуючи технічного засобу цілком (дискового масиву або сервера) або, що ще гірше, техногенна (пожежа, затоплення) або природна (землетрус, повінь) катастрофа. Від того, які вимоги пред'являються до СЗД по строках відновлення після аварій, застосовуються різні схеми резервування даних, що впливає на вибір технічних і програмних засобів і, в остаточному підсумку, на вартість рішення.

У прикладі з ІС банку, якщо потрібно забезпечити відновлення працездатності АБС протягом 1 години після техногенної катастрофи (наприклад, пожежі) у приміщенні комплексу, то, у резервному центрі необхідно крім серверів мати резервний дисковий масив, дублікати стрічок з резервними копіями й стрічковою бібліотекою достатньої потужності. Якщо обсяги даних АБС і інтенсивність їхніх змін не великі, то постійне резервне копіювання й регулярне перевезення дублікатів стрічок у резервний центр буде достатнім для захисту даних від аварії. Але у випадку більших обсягів даних (сотні гігабайт) і частих змінах у базі (великій кількості фінансових транзакцій) зазначена схема не ефективна, особливо, якщо враховувати, що резервне копіювання дає істотне додаткове навантаження на апаратний комплекс і, отже, може привести до неприпустимого зниження його продуктивності. Альтернативним рішенням у наведеному прикладі може служити передача даних між масивами, розташованими на різних площадках, що реалізується за допомогою реплікації або дзеркалювання.

Реплікація може виконуватися програмним забезпеченням, установленим на серверах (програмна реплікація), або убудованим у дискові масиви програмним забезпеченням "прозора" для серверів (апаратна реплікація). Для організації реплікації або дзеркалювання необхідно створити високопродуктивну інфраструктуру передачі даних, об'єднуючу обидві площадки. Як правило, для цього застосовують SAN [1].

При розробці проекту СЗД для збереження вкладених інвестицій необхідно врахувати наявні технічні засоби й найбільш оптимальним образом вписати їх у нову систему. Треба

також урахувати наявність, навички й досвід обслуговуючого персоналу. Якщо кваліфікації персоналу недостатньо для обслуговування високотехнологічної системи, то крім організації навчання, ретельного пророблення регламентів збірки детальних інструкцій і іншої робочої документації, необхідно впровадити систему керування СЗД. Система керування не тільки полегшить роботу, але ще й знизить імовірність помилкових дій персоналу, які можуть привести до втрати даних.

Не секрет, що наявність плану розвитку системи полегшує її впровадження й знижує витрати на модернізацію, у порівнянні з хаотичним розвитком. З іншого боку, бізнес піддається змінам – міняються завдання, з'являються нові користувачі й т.п. Тому, навіть добре спроектована СЗД згодом перестає задовольняти бізнес-вимогам.

Допомогти в рішенні визначених проблем може знову ж впровадження все тої ж системи керування, що дозволить відстежити зміну навантажень на систему зберігання, урахувати утилізацію дискового простору, спрогнозувати потреби в його нарощуванні й т.д.

Підсумовуючи вище сказане одержуємо, що для визначення необхідних параметрів СЗД і підтримки їх у заданих рамках необхідно чітко визначити класи, режими роботи й характеристики завдань, роботу яких повинна забезпечити СЗД, необхідний обсяг зберігання даних і його можливий приріст, кількість і платформи (UNIX, Windows і ін.) серверів, що підключаються. Іншими словами, при створенні СЗД проектувальник повинен виходити від завдань і бізнес-вимог замовника.

### **Розробка структурної схеми**

У попередньому розділі обговорювалися питання забезпечення продуктивності, доступності, масштабованості, оптимізації й експлуатації СЗД. Виходячи із цього, можна визначити, якими властивостями повинен володіти масив, щоб забезпечити рішення зазначених завдань. Вимоги наявності в масиву певних властивостей або характеристик можна розділити на категорії. Однак та саме властивість масиву може попадати в різні категорії, оскільки воно може бути використане для рішення різних завдань.

Структурна схема системи зображена на рисунку 1.

Приведемо перелік вимог, що часто зустрічається на практиці, але не претендує на повноту, розбитий по структурним категоріям.

Структурні вимоги:

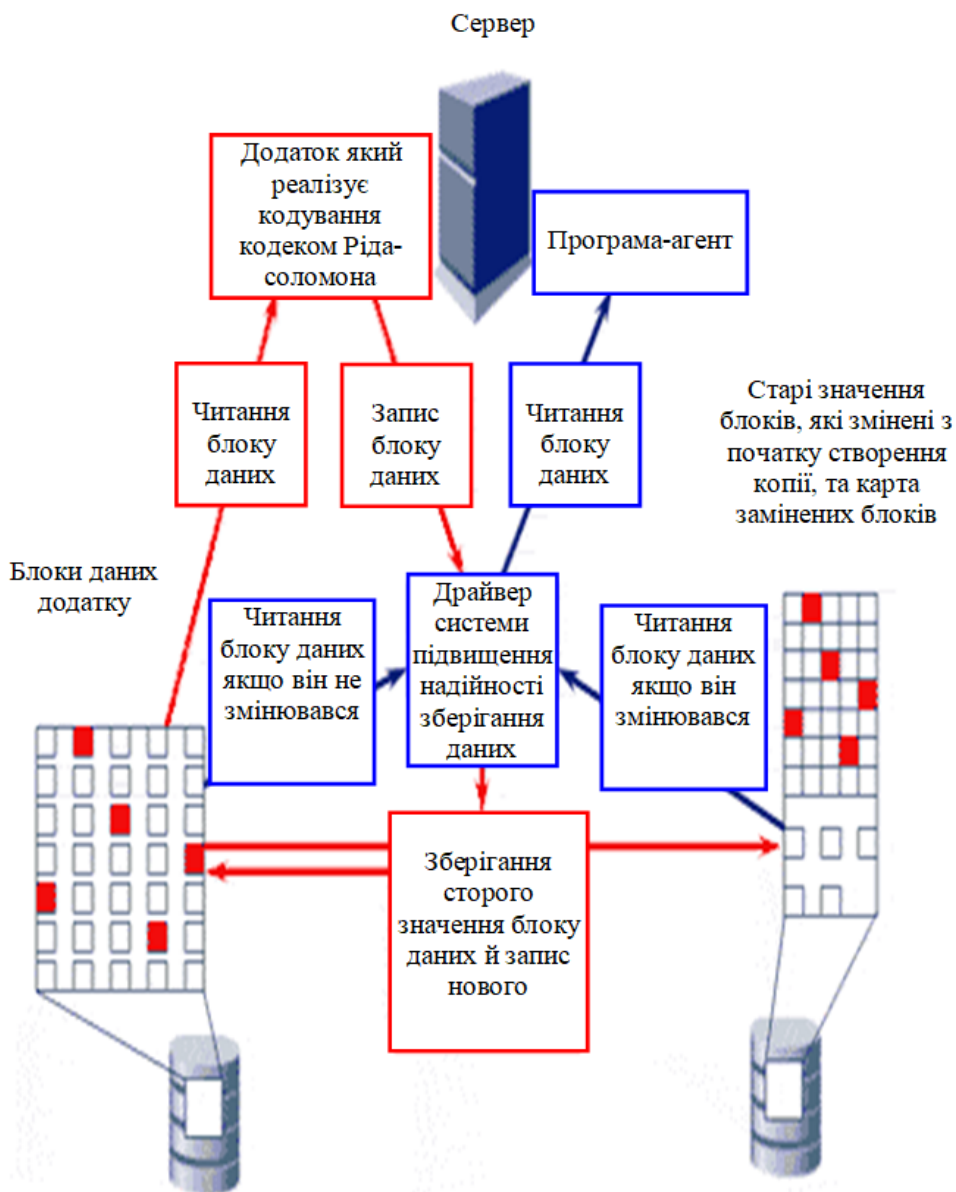
- Ємність "сирого" (raw), тобто без розмітки на рівні RAID, дискового простору масиву повинна становити N ТБ. Якщо Вам зустрілася вимога до дискового обсягу масиву в такому формулюванні, то це означає, що планування disk layout ще не проводилося. У протилежному випадку формулювання було б інше: стільки-то дисків того-то обсягу й такий-то швидкості обертання, стільки-то дисків іншого обсягу й т.д.

- Число LUNs, підтримуваних дисковим масивом. Дана вимога можна чітко сформулювати знову ж тільки після планування disk layout. Але число необхідних LUN можна "грубо" поррахувати по числу серверів, що підключаються до дискового масиву, з обліком виконуваних ними класів завдань. Наприклад, сервер ORACLE – 3 LUNs (дані, журнали, архів журналів), файл-сервер – 1 LUN, сервер sendmail – 2 LUNs (файли й журнал файлової системи) і т.п.

- Число серверів, що підключаються, і платформи серверів, що підключаються.

- Можливість створення PIT-копії даних засобами масиву. Дана функціональність масиву може знадобитися, якщо, наприклад, прийняте проектне рішення про завантаження даних з OLTP-завдання в DSS-завдання засобами масиву. Функція створення PIT-копій може бути реалізована різними методами – через "моментальний знімок" (SnapShot) або через повне копіювання даних (clone). Різниця між цими методами полягає в тому, що SnapShot заощаджує дисковий простір, оскільки для його створення потрібно всього лише місце для бітової карти й деякого пула для збереження старих значень змінених блоків. Навпроти, clone вимагає того ж (корисного) обсягу, що й копіюємий LUN. Однак, якщо вихідний LUN підданий частим змінам, те необхідний для підтримки SnapShot обсяг дискового простору може істотно зрости. Якщо з копією LUN, створеної за допомогою SnapShot буде вестися

інтенсивна робота (велика кількість запитів на уведення-вивід), це може знизити продуктивність обміну даними з вихідним LUN. Копія LUN за допомогою SnapShot створюється моментально (звідси й назву – "моментальний знімок"), оскільки процес "копіювання" полягає тільки в створенні бітової карти. Для створення clone потрібне певний час, оскільки відбувається повне копіювання блоків даних. У цей момент навантаження по уведенню-виводу на копіюємий LUN істотно зростає. Існують проміжні способи створення PIT-копій, коли спочатку створюється SnapShot, а потім він поступово перетворюється в clone. Проектувальник повинен урахувати всі ці особливості методів створення PIT-копій і у вимогах чітко вказати який метод планується використовувати.



Вимоги до продуктивності:

– Дисковий масив повинен забезпечувати продуктивність  $N$  IOPS, а агрегована пропускна здатність масиву повинна становити  $M$  МБ/с. Як ми вже відзначали, одержати такі цифри не просто. Якщо існує прототип системи або вибір дискового масиву здійснюється для модернізації існуючої СЗД, то можна провести "натурні" виміри продуктивності й апроксимувати їх для очікуваного росту навантаження на СЗД. Якщо система створюється з "нуля", то можна спробувати одержати ці цифри як вимоги виробника прикладного ПЗ (що практично не реально) або звернутися до виробників масивів, щоб ті провели визначення

необхідних параметрів масиву (sizing). Звичайно виробники мають методики "грубої" оцінки необхідної продуктивності. Але вхідними даними для цих методик, як правило, служать очікуване число транзакцій і їх "вага" (light, medium, heavy), які теж не завжди можна визначити.

– Специфічні функції керування кеш-пам'яттю масиву. Наприклад, до таких функцій ставляться:

- можливість закріплення ділянки кеш-пам'яті за конкретним LUN (може придатися для розміщення в кеш часто використовуваних службових таблиць бази даних);
- відключення використання кеш на запис і/або читання для конкретного LUN (може знадобитися для DSS-завдань);
- забезпечення рівня сервісу у вигляді заданого рівня продуктивності (IOPS) або пропускної здатності (МБ/с) для зазначеного сервера.

Вимоги по відказостійкості й надійності зберігання даних:

- Підтримка потрібних рівнів RAID. Як правило, це рівні 1, 0+1, 1+0 і 5.
- Наявність дисків "гарячої заміни" (hot-spare). Механізми використання hot-spare дисків можуть бути різні. Наприклад, можливий варіант, коли у випадку відмови диска дані з дисків порушеної RAID-групи копіюються на hot-spare диск. Але також можливий варіант, коли немає спеціально виділеного hot-spare диска – всі диски містять дані, але при цьому на всіх дисках виділена резервна область, куди копіюються дані з ушкодженою RAID-групи. Визначення необхідного методу знову ж за проєктувальником.

– Захист ділянок кеш-пам'яті, що обслуговують операції запису. За винятком тих випадків, коли відключений кеш на запис, сервер одержує підтвердження завершення операції запису відразу після влучення даних у кеш-пам'ять ще до запису їх на диск. Для забезпечення цілісності даних звичайно застосовуються наступні методи:

- Дзеркалювання ділянок кеш-пам'яті, що обслуговують операції запису.
- Підтримка батареями кеш-пам'яті в плинні N годин або збереження її вмісту на диски у випадку відключення зовнішнього живлення. Який із зазначених варіантів визначити у вимогах – завдання проєктувальника.

– Дублювання всіх компонентів і відсутність єдиної точки відмови (SPOF). Ступінь важливості цієї вимоги залежить від режиму роботи системи й вимог до доступності сервісів. Однак, не треба забувати, що сам масив є SPOF, якщо він не задубльований іншим масивом.

– Можливість створення РІТ-копій даних для використання їх у системі резервного копіювання. У ряді систем, де обробляються більші обсяги даних (терабайти), а сервіси повинні бути доступні 24x7 при більших навантаженнях, необхідно застосовувати Serverless резервне копіювання. Для цього використовується механізм створення РІТ-копій засобами дискового масиву.

Вимоги по обслуговуємості:

- Можливість заміни компонентів масиву "на ходу" без зупинки системи. Виконання цієї вимоги важливо для систем, що працюють у режимі 24x7.

Вимоги по масштабованості:

– Нарощування дискового простору до N ТБ без заміни раніше встановлених дисків. Таке формулювання дозволяє "убити двох зайців" – забезпечити необхідну функціональність СЗД при росту обсягів оброблюваних даних і зберегти зроблені інвестиції. Тут може бути додана вимога: "без втрати продуктивності". Архітектура масиву може стати "вужьким місцем" і привести до того, що при черговому додаванні дисків продуктивність масиву істотно знизиться, що вплине на рівень якості сервісу.

– Розширення розміру LUN шляхом додавання нових дисків без руйнування збережених даних. Це вимога важливо не тільки для систем, що працюють у режимі 24x7, але також коли є дефіцит кваліфікованого персоналу, здатного здійснити розширення дискового простору при відсутності в масиву даної функції. Бажано, щоб операційна система, дані якої зберігаються на розширюваному LUN, могла автоматично розширити свою файлову систему.

- Збільшення числа серверів, що підключаються, до N.
- Збільшення обсягу кеш-пам'яті до N ГБ без заміни раніше встановлених модулів.

Вимоги по керованості:

- Керування політикою використання кеш-пам'яті для різних LUN. Може знадобитися при "тонкому" налаштуванні масиву.
- Наявність засобів збору статистики про роботу масиву.
- Наявність убудованих засобів оптимізації роботи масиву. Це досить специфічна вимога, однак, наявність таких засобів може допомогти, коли буде потрібно оптимізація, а кваліфікованого персоналу, здатного її виконати, не буде.
- Інтеграція засобів управління масиву із уже розгорнутою системою керування, наприклад HP OpenView.

Щоб не порівнювати всі існуючі на ринку масиви, було б зручно розбити їх на класи. Тоді на основі отриманих вимог можна вибрати потрібний клас і вже порівнювати масиви тільки цього класу. Класи масивів придумувати не треба, вони вже визначені самим ринком, це: початковий клас (low-end), середній клас (mid-range) і вищий клас (high-end).

Масиви зазначених класів відрізняються, у першу чергу, не кількісними характеристиками, а функціональністю й архітектурою. До функціональності low-end масивів можна віднести підтримку різних рівнів RAID і можливість дублювання контролерів (якщо це не JBOD). Від масивів класу mid-range уже потрібна підтримка LUN-masking і створення PIT-копій. А в масивах класу high-end на додаток до зазначених можливостей також реалізовані апаратна реплікація, підтримка OS/390 (zOS) і керування якістю сервісу (на рівні продуктивності в IOPS або пропускну здатності в Мбайт/с).

Але все-таки основним критерієм, по якому можна віднести масив до одного із класів mid-range або high-end, є архітектура. Багато виробників заявляють, що mid-range масиви мають модульну архітектуру, а high-end масиви – монолітну. Це не зовсім вірно. Модульна або монолітна "архітектура" говорить про конструктивний масив – збирається з окремих блоків або шаф. У дійсності архітектуру всіх mid-range масивів (і багатьох low-end) можна характеризувати як "двоконтролерну із загальною шиною".

Для high-end масивів характерна що комутирується або матрична архітектура. Очевидно, що в даній архітектурі ні "вузьких місць", тоді як в mid-range архітектурі вузькими місцями є: контролер, оскільки кожний контролер обслуговує свої RAID-групи (набір дисків, на яких реалізований один рівень RAID), шина між контролерами, обмежене число FC-AL петель до дисків, розташування дисків RAID-групи "уздовж" однієї петлі FC-AL. В high-end масивах RAID-групи розташовуються "поперек" FC-AL петель. Наприклад, в high-end масивах Hitachi RAID-група складається з 4-х або восьми дисків, де кожний диск підключається до двох різних петель від двох різних дисків контролерів. Така конфігурація дозволяє виконувати операції запису-читання із всіх дисків RAID-групи паралельно, чого не можна домогтися в mid-range масивах, коли диски однієї RAID-групи розташовані уздовж однієї петлі й доступ до них здійснюється по черзі.

Іноді ще для high-end масивів говорять про "cache-centric" архітектуру, підкреслюючи тим самим, що центральною ланкою є кеш-пам'ять, до якого мають доступ всі контролери масиву, тоді як в mid-range масивах кеш-пам'ять жорстко прив'язаний до певного контролера.

Зазначені відмінності в архітектурі приводять до втрати продуктивності при масштабуванні mid-range масивів, чого не спостерігається в high-end масивів при додаванні нових дисків. Хоча сучасні mid-range масиви мають високі характеристики масштабованості: дозволяють встановлювати до двох-трьох сотень дисків, розподіляючи їх по декількох FC-AL петлях, а також нарощувати кеш-пам'ять до 8 ГБ, все-таки "вузьким місцем" залишається їхня архітектура, що є обмежником масштабованості.

Якщо дотримуватися зазначеної класифікації, то тільки масиви HDS сімейства 9900 і масиви EMC сімейства Symmetrix можна віднести до класу high-end. Масиви HP EVA і IBM ESS 800 (Shark), які позиціонуються виробниками як high-end масиви, мають архітектуру, типову для mid-range масивів.

## Віртуалізація

Останнім часом у маркетинговій літературі всі частіше зустрічається поняття "віртуалізації в системах зберігання", що визначається як приховання від серверів фізичного розташування даних на дисках і подання всього дискового простору як якогось загального пула блоків.

Цей пул уже, у свою чергу, "нарізається" на логічні (віртуальні) диски (Logical Unit Number – LUN), які "видні" серверам як фізичні. У дійсності подібну організацію дискової пам'яті давно вже дозволяє створювати менеджер томів VERITAS Volume Manager. Даний тип віртуалізації одержав назву "host-based" віртуалізація.

Практично всі сучасні дискові масиви виконують функцію створення з наборів фізичних дисків логічних дисків (LUN), що одержала назва "disk array-based" віртуалізація. Це легко визначити на підставі того факту, що ряд масивів підтримують число LUNs більше, ніж фізичних дисків, як, наприклад, у недавно анонсованому масиві Sun StorEdge 3510. Питання полягає в тому, наскільки це зручно. Адміністратори воліють мати можливість управляти фізичним розміщенням файлів даних СУБД ORACLE по фізичних дисках для досягнення оптимальної продуктивності й відказостійкості. Налаштування СУБД під оптимальну продуктивність можуть стати проблематичної, якщо контролер дискового масиву не дозволяє управляти розміщенням RAID-груп на конкретних дисках.

Крім зазначених двох типів віртуалізації – "host-based" і "disk array-based", існує ще один тип – "SAN-based". У цьому типі віртуалізації приховання від серверів фізичного розташування даних здійснюється або за допомогою спеціальних пристроїв, розташованих між FC-комутаторами SAN ("in-band" віртуалізація), або засобами самих FC-комутаторів, що зчитують інформацію про конфігурацію віртуального дискового простору із зовнішнього пристрою ("out-off-band" віртуалізація).

У цей час продуктів "SAN-based" віртуалізації на ринку мало й говорити про їхнє промислове впровадження поки не доводиться. Можливо, потреба в цьому типі віртуалізації з'являться тоді, коли обсяги даних підприємств зростуть настільки, що для їхнього оперативного зберігання не буде вистачати декількох high-end дискових масивів.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів підвищення надійності зберігання даних у хмарі. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем підвищення надійності зберігання даних у хмарі; Досліджена система підвищення надійності зберігання даних у хмарі; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи підвищення надійності зберігання даних у хмарі. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання підвищення надійності зберігання 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., Yenchев, 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., Drievieva, H., Drieviev, 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., Drievieva, H., Drieviev, 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.Пархоменко, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ ФАЙЛІВ У МОБІЛЬНІЙ ОПЕРАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ IOS 16

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16. Об'єктом дослідження є процес диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16. Предметом дослідження є методи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної інженерії, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Відсутність, як такої, файлової системи для кінцевого користувача пристроїв на iOS і, як наслідок, розподіленість файлів і документів різного формату по окремих додатках накладають певні труднощі й незручності для продуктивного виконання завдань у будь-якому місці. Це все послужило появі в AppStore великої кількості додатків які дозволяють у якійсь мері вирішити дані проблеми. Згодом вони еволюціонували, здобували нові функції, ставали зручніше й могли читати усе більше й більше різних форматів. Крім функції організації зручної файлової ієрархії, з якою, до речі, вони справляються, ці програми дозволяють нам відкривати для читання файли з такої створеної структури. Це можуть бути як, у першу чергу, офісні документи, текстові файли або документи PDF, так і архіви, зображення, відео й аудіо записи. Відразу варто відзначити, що мова йтиме не про пакети для створення й редагування файлів Word, Excel і PowerPoint, які вимагають окремої розмови й перебувають зовсім в іншому ціновому діапазоні, а про, так сказати, «всеїдні» читалки. iOS 16 – операційна система, розроблена корпорацією Apple.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі ios 16.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16.

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

- Огляд існуючих систем диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16.
- Дослідження системи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16.
- Програмна реалізація системи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16.

*Об'єктом дослідження* є процес диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16.

*Предметом дослідження* є методи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16.

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

**Виклад основного матеріалу.** Оновлення програми Files в iOS 16 і iPadOS 16 наближають її до macOS Finder. Ось що нового.

Програма Files надає базові функції керування файлами на iPhone та iPad. Хоча він не такий надійний, як Finder на Mac, він може виконувати більшість того, що потрібно користувачеві для керування файлами.

Файли починалися як спосіб перегляду всього, що зберігається в iCloud Drive, потім розширилися до сторонніх хмарних служб, як-от Dropbox, і, нарешті, завершилися параметрами локального та мережевого зберігання. Тепер набір функцій знову розширено кількома вкрай необхідними оновленнями для навігації та керування файлами в iOS 16 і iPadOS 16.

### **Оновлення програми Files**

Більшість змін, внесених у програму Files, спрямовані на те, щоб зробити парадигми взаємодії подібними до macOS для кращої паритетності екосистеми. Ці нові оновлення спрощують пошук, маніпулювання та впорядкування файлів.

### **Функції збереження, відкриття та передачі**

Функцію «Зберегти у файли» було вдосконалено за допомогою нового модального вікна. Кожного разу, коли користувач зберігає щось у програмі «Файли», з'являється весь інтерфейс програми з параметрами вибору місця збереження, додавання тегу та перейменування файлу.

Збереження, переміщення та відкриття файлів мають кращі засоби керування користувачами

Відкриття файлів за допомогою програм сторонніх розробників отримує подібний інтерфейс користувача, якщо розробник правильно націлює програму Файли як місце зберігання. У модальному вікні показано всі інтерфейси навігації для пошуку файлу, включаючи нові параметри навігації, описані нижче.

Під час переміщення файлу в інше місце зберігання, наприклад, з однієї хмарної служби в іншу або на зовнішній SSD, з'являється індикатор передачі файлу.

### **Переглянути параметри та навігацію**

Apple покращила режим перегляду списку за допомогою кращих засобів керування організацією. Файл або папка відображаються ліворуч, як зазвичай, із датою зміни та розміром файлу праворуч із заголовками стовпців синім кольором.

Навігація папками та керування файлами стає легшою завдяки додатковим елементам керування

Торкніться заголовка стовпця, щоб упорядкувати список за цією точкою даних, і торкніться його ще раз, щоб змінити порядок. Групування за типом файлу, датою, розміром або тим, хто ним поділився, пропонує більше варіантів організації.

Панель інструментів навігації також отримала невелику, але бажану зміну. Замість того, щоб відображати батьківську папку або попередню папку у верхньому лівому куті, програма «Файли» тепер показує стрілки вперед і назад біля назви поточної папки.

Торкання назви папки відкриває навігаційне подання останніх папок і пропонує кілька параметрів керування, як-от перейменування, копіювання та переміщення.

Упорядкуйте файли та папки за допомогою груп і параметрів списку

Якщо в меню перегляду вибрати «Параметри перегляду», відобразяться параметри «Групувати за» для будь-якого заданого режиму перегляду, а також кнопка «Показати всі розширення», про яку ми розповімо нижче.

### **Нові дії меню**

Під час взаємодії з файлом доступна кілька нових взаємодій залежно від типу файлу та контексту. Вони приховані під меню «клацніть правою кнопкою миші» або натисніть і утримуйте меню.

Використання «Отримати інформацію» для папок тепер покаже розмір вмісту папки. Раніше тут не відображалися дані про розмір. Крім того, розділ «де» показує файлову структуру, що веде до вибраного файлу або папки.

У меню програми «Файли» є нові параметри для зміни файлів.

При виборі певних типів файлів у меню з'являться нові швидкі дії. Наприклад, швидкі дії із зображенням включають обертання зображення, перетворення на PDF або видалення фону.

Якщо вибрано «Видалити фон», нове зображення PNG зберігається з об'єктом у тій же папці.

Макет «Стовпці» пропонує гібридне подання інформації та кнопок дій, які зазвичай є, коли зображення чи файл вибрано в меню вибору файлу. Кнопка гамбургера показує додаткові дії з файлами, подібні до перерахованих раніше.

Крім того, деякі дії можна виконувати з кількома вибраними файлами. Наприклад, виберіть кілька файлів зображень, щоб усі вони були додані до файлу PDF, який зберігається окремо.

Інші пакетні операції включають зміну розширень файлів, видалення фону з усіх вибраних зображень або створення нової папки з вибраними елементами. Проте програма Файли не може пакетно перейменовувати файли.

### **Розширення файлів**

Розширення файлів повідомляють вам, з яким файлом ви маєте справу, наприклад, файл зображення може бути JPEG, PNG або HEIF. Тепер користувачі можуть вільно конвертувати зображення між цими типами розширень за допомогою дії «Перетворити зображення» в меню швидких дій.

### **Змініть розширення файлів у програмі iOS 16 Files**

Для більш досвідчених користувачів скористайтеся перемикачем «Показати всі розширення» в меню макета, щоб побачити розширення файлу після імені файлу. Якщо це ввімкнено, просто перейменуйте файл і змініть розширення, яке відображається після крапки, щоб фактично змінити тип файлу.

Будьте обережні, вносячи зміни у файл таким чином. Деякі контейнери файлів містять більше інформації, як-от розташування, теги або примітки, які не відобразатимуться в новому типі файлу.

### **Розуміння програми Файли**

iPhone і iPad принципово відрізняються від обчислювальних платформ Mac, тому користувачі не повинні очікувати, що Files матиме однакові функції з Finder. Однією з найбільш істотних відмінностей між ними є доступ до системних файлів.

На Mac користувачі можуть занурюватися в приховані файлові структури та змінювати програмні файли для встановлених програм або навіть системні файли, невід'ємні для нормальної роботи операційної системи. На iPad і iPhone єдине, до чого користувачі мають доступ, – це файли, створені користувачами.

Apple взагалі цього не відкривала, і користувачі не повинні очікувати, що ця філософія зміниться найближчим часом. Натомість оновлення Files зосереджені на покращенні якості життя, що полегшує керування файлами.

### **Знайдіть файли на своєму iPhone або iPad у програмі Файли**

Дізнайтеся, як знаходити та редагувати файли за допомогою програми Файли.

Як знайти свої файли в програмі Файли

1. На своєму iPhone або iPad відкрийте програму Файли. Не бачите синього значка програми Файли на головному екрані? Просто проведіть пальцем униз і знайдіть програму Файли.

2. У програмі Файли знайдіть потрібний файл або знайдіть його.

### **Використовуйте програму Файли для керування файлами**

На вашому iPhone або iPad ви можете зберігати та редагувати свої файли в програмі Файли.

Які типи файлів зберігаються в програмі Файли

– У папці «На моєму [пристрої]» можна знайти файли, що зберігаються локально на пристрої, який ви використовуєте.

– У папці iCloud Drive можна знайти файли та папки, які синхронізуються з iCloud Drive, зокрема сторінки, номери, документи Keynote тощо.

– Ви також можете знайти файли в інших хмарних службах і програмах, які ви підключаєте, наприклад Box, Dropbox, OneDrive, Adobe Creative Cloud, Google Drive тощо.

Програма Файли не містить вашої бібліотеки фотографій. Але ви можете зберігати фотографії в програмі Файли.

Папки та каталоги zip, захищені паролем, не підтримуються в програмі Файли.

### **Як редагувати файли в програмі Файли**

Щоб відредагувати файл, просто натисніть, щоб відкрити його. Залежно від типу файлу ви можете:

– Використовуйте Markup для малювання, додавання тексту, додавання підпису тощо.

– Відредагуйте файл у Pages, Keynote, Numbers та інших програмах.

Ви також можете видалити файли з програми Файли. Зміни файлів, що зберігаються в iCloud Drive або інших хмарних службах, автоматично оновлюються на всіх ваших пристроях.

### **Розробка структурної схеми**

Розроблювальна система диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16 – це те, як ви отримуєте доступ до файлів, переглядаєте та керуєте ними в iOS і iPadOS. Це також чудовий спосіб підключення до онлайн-служб, мережевих серверів і зовнішніх дисків.

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 свої файли безпосередньо на своєму iPhone або iPad і виконувати з ними різні команди.

З оновленням до iOS 16 і iPadOS 16 Apple доповнила програму Files новими цікавими функціями. Ви можете сортувати файли за групами, легше виконувати багатозадачність із кількома вікнами та вибирати кілька файлів, перетягуючи їх за допомогою зовнішньої миші.

Щоб переконатися, що ви можете використовувати найновіші функції, перейдіть до Налаштування > Загальні > Оновлення ПЗ. Ваш пристрій повідомить вам, що програмне забезпечення оновлено, або запропонує завантажити останнє оновлення.

Давайте перевіримо програму Файли, щоб дізнатися, як ви можете працювати зі своїми документами, фотографіями та файлами.

### **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 кожну з них угору чи вниз, щоб відсортувати їх так, як вам потрібно.

### **Автентифікація послуги**

Торкніться назви служби, яку потрібно завантажити, і ввійдіть. 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 мобільну версію програми, щоб використовувати її у Файлах. Робіть це для кожного сайту, який ви додаєте.

### **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 та ввімкнув SMB (Server Message Block), універсальний мережевий протокол, який дозволяє різним системам отримувати доступ до тих самих файлів і спільно використовувати їх.

#### **Підключення до зовнішнього накопичувача**

Щоб налаштувати це в програмі «Файли», торкніться піктограми з крапкою у верхньому правому куті, потім торкніть команду «Підключитися до сервера» та 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.

#### **Підключіться до зашифрованого диска**

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**

##### **Пошук файлів**

Ви можете знайти файли в різних місцях. У полі пошуку вгорі введіть слово або фразу для 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».

##### **Позначте послугу як улюблену**

Нещодавно доступні файли можна швидко знайти всередині програми. Торкніться запису «Останні» на бічній панелі, щоб переглянути нещодавно додані, переміщені або переглянуті файли.

Ви також можете отримати доступ до файлів, завантажених у Safari, через програму Файли. 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.

##### **Доступ до завантаженого файлу**

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, файли PDF, 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-ових служб зберігання, щоб переглянути збережені папки та файли. Щоб виконати команду для одного файлу, натисніть його ескіз. З меню ви

можете копіювати, дублювати, переміщувати, перейменовувати, переглядати, позначати тегами, ділитися або видаляти файл.

Щоб виконати 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».

### **Переглянути файл**

Є також команди, коли ви переглядаєте файл. У вікні перегляду натисніть стрілку вниз біля назви файлу. Залежно від типу файлу ви можете потенційно зберегти, скопіювати, перемістити, перейменувати, експортувати або надрукувати його.

### **Виберіть кілька файлів**

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.

Програма Файли дозволяє стискати та розтискати файли та папки. Натисніть на файл і виберіть «Стиснути» у спливаючому меню, щоб створити його ZIP-архів. Ви також можете стискати кілька файлів разом. Якщо у вас є заархівований файл, який потрібно відкрити, просто торкніться його, щоб розпакувати, або натисніть на файл і виберіть у меню «Розпакувати».

### **Видалити файли**

Якщо ви хочете видалити файл, натисніть на нього, щоб відкрити спливаюче меню, а потім виберіть команду «Видалити». Будь-який видалений файл можна повернути, торкнувшись запису «Нещодавно видалені». Це покаже вам усі нещодавно видалені файли в різних службах зберігання файлів.

Торкніться посилання «Вибрати», а потім виберіть файл, який потрібно відновити. Торкніться посилання «Відновити», щоб повернути видалений файл до служби зберігання.

### **Позначення та сортування файлів**

#### **Перегляд інформації про файли**

Програма Files дозволяє переглядати ключові деталі та навіть позначати кожен файл. Натисніть на файл і виберіть у меню «Інформація», щоб переглянути тип файлу, розмір, дату й час створення, автора та інші відомості. За допомогою фотографії ви можете побачити розмір, роздільну здатність, час витримки, фокусну відстань, швидкість ISO тощо.

#### **Позначити файл тегом**

Ви можете додати тег, щоб класифікувати файл і допомогти вам його знайти. Натисніть файл і виберіть «Тег» або проведіть пальцем униз донизу екрана «Інформація» та торкніться «Додати теги». Потім ви можете додати тег із наявного кольорового списку або натиснути «Додати новий тег», щоб створити новий на основі певних критеріїв. Коли закінчите, торкніться Готово.

Ви можете сортувати файли в папці за різними критеріями. Щоб спробувати це, відкрийте папку, торкніться значка кола з трьома крапками на iPhone та значка чотирьох квадратів на iPad. У меню виберіть критерії сортування, наприклад ім'я, тип, дата, розмір або теги.

#### **Сортування та групування файлів**

Щоб згрупувати файли за певними критеріями, натисніть команду «Параметри перегляду». Потім ви зможете впорядкувати файли в групі за типом, датою, розміром або статусом спільного доступу. Ви також можете вибрати відображення розширень для файлів.

#### **Багатозадачність із кількома вікнами**

#### **Запустіть режим розділеного перегляду**

Ваш iPad має низку можливостей багатозадачності. Ви можете легше переглядати та працювати з файлами, коли у вас одночасно відкрито кілька вікон. Відкрийте папку в

програмі «Файли» та торкніться піктограми з крапкою у верхній частині екрана, щоб відкрити панель інструментів багатозадачності. Натисніть команду Split View, щоб запустити режим Split View.

### **Перегляньте файл на окремій панелі**

Потім ви можете відкрити другий екземпляр програми «Файли» та переглянути іншу папку на іншій панелі. Якщо ви хочете відкрити певний файл, торкніться піктограми з крапкою та виберіть «Розділений перегляд» або «Пересунути». Потім ви можете переглянути файл на окремій панелі.

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1. На ній показано структуру розробленого програмного забезпечення диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16. Вона складається з наступних основних структурних блоків:

- Система диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16.
- Комунікації.
- Операційна система Apple iOS.
- Вбудовані додатки.
- Пам'ять.

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.

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).

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.

### **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.

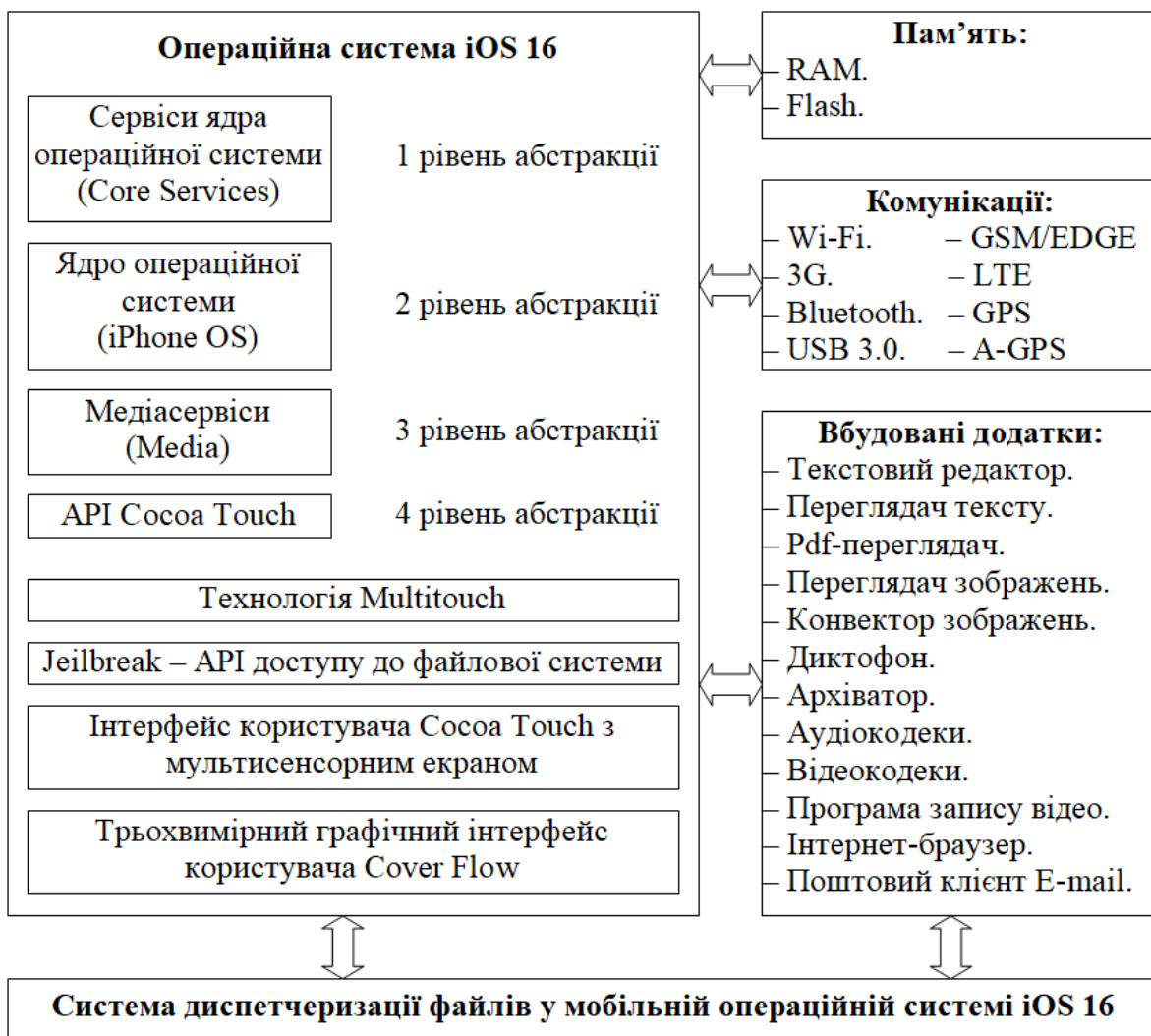


Рисунок 1 – Структурна схема системи

#### iPhone Frameworks

Нижче представлений список framework, які доступні розроблювачеві iPhone:

- Framework – Призначення.
- AddressBook – Доступ до списку контактів користувача.
- AddressBookUI – Відображення списку контактів.
- AudioToolbox – Поток 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.

### **Jaibreak**

Джейлбрейк – це процес, що дозволяє розкрити справжній потенціал iPhone та прибрати обмеження, встановлені в операційній системі iOS. Це робиться за допомогою установки "Менеджера пакетів", такого як Cydia або Sileo. Також джейлбрейк дає можливість встановлювати сторонні програми та твікі для налаштування та покращення вашого пристрою.

Джейлбрейк легальний. У 2012 році Бібліотека Конгресу визнала його юридичним винятком із DMCA (Закон про захист авторських прав у цифрову епоху), що робить його законним.

Менеджер пакетів такий як Sileo та Cydia встановлюється при джейлбрейку на iPhone. Він дозволяє встановлювати сторонні програми та налаштування на iOS. Він нагадує неофіційний магазин додатків.

Cydia – це менеджер пакетів (неофіційний магазин додатків) для пристроїв iOS, який дозволяє завантажувати налаштування та програми на iPhone та iPad. Щоб завантажити Cydia на телефон, необхідно виконати джейлбрейк пристрою за допомогою перерахованих вище інструментів.

### **Навіщо потрібний джейлбрейк для встановлення Cydia?**

Apple сильно обмежує той контент, який вони дозволяють вам завантажувати. Якщо програма не з офіційного магазину програм, то Apple не хоче, щоб вона у вас з'явилася. Cydia – один із способів завантажувати неофіційні програми та інший контент на ваш пристрій. Цей магазин програм включений у кожен джейлбрейк; і ви не зможете встановити його окремо.

Cydia пропонує кілька функцій, які без джейлбрейку недоступні.

- Завантаження тем і налаштувань, які змінюють зовнішній вигляд пристрою.
- Завантаження програм та налаштувань, які привносять додаткові функції та покращення роботи iOS.
- Завантаження програм та налаштувань, які забезпечують додаткові функції для стандартних програм iOS.
- Завантаження безлічі рінгтонів, шпалер та інших корисних покращень, недоступних у стандартній iOS.

Все це робить завантаження Cydia справою, що стоїть.

Cydia не може бути встановлена якщо заздалегідь не зробити джейлбрейк.

Так, Cydia – це повністю безкоштовний магазин додатків для iPhone, який доступний для завантаження за допомогою будь-якого з наведених вище інструментів для джейлбрейка.

Так, Cydia є абсолютно безпечною. Тим не менш, ви повинні використовувати лише авторитетні джерела репозитаріїв для Cydia і завантажувати вміст звідти. Сторонні чи не перевірені джерела можуть містити шкідливе програмне забезпечення.

Джейлбрейк дає вам доступ до безлічі додаткових функцій та покращень, таких як:

- Отримання більш глибокого доступу до iOS.
- Доступ до менеджерів пакетів, таких як Cydia або Sileo.
- Встановлення тем, які змінять вигляд вашого пристрою.
- Встановлення установок, які змінять поведінку Вашого пристрою.
- Встановлення стороннього контенту, недоступного в інших місцях.

Налаштування та програми Cydia безкоштовні, однак деякі з них вимагають невеликої оплати.

Альтернативи Cydia є і можуть навіть не вимагати робити джейлбрейк для вашого пристрою. Вони прості у завантаженні та зручні у використанні. Ми перерахували деякі з них на цій сторінці.

Щоб видалити Cydia, ви можете або відновити ваш пристрій за допомогою iTunes або скористайтеся програмою Cydia Eraser. Cydia Eraser – це корисний інструмент, який видаляє Cydia з iPhone без оновлення поточної прошивки iOS. Це означає, що якщо ви хочете, то можете повторно зламати свій пристрій і встановити Cydia пізніше.

Репозиторій або сховище – це як база даних, повна налаштувань та програм, які ви можете додати до менеджера пакетів (наприклад, у Cydia або Sileo) на своєму зламаному пристрої. Менеджери пакетів зазвичай постачаються з кількома попередньо встановленими джерелами репозиторіїв, але ви можете додати додаткові джерела, які дадуть вам доступ до більшої кількості налаштувань та програм.

Твік (або налаштування) – це програма, яка змінює зовнішній вигляд пристрою або певних його частин. Установки зазвичай не мають піктограми програми, на яку ви можете натиснути. Натомість вони зібрані у програмі «Параметри», де їх можна налаштувати.

Коли ваш пристрій відновлює роботу, домашня сторінка та інтерфейс iOS перезапускаються. Більшість налаштувань вимагають, щоб ви “переналаштували” свій пристрій, щоб зміни набули чинності без перезавантаження телефону. Вам також не потрібно встановлювати заново джейлбрейк, якщо ваш пристрій відновиться, і менеджери пакетів (тобто Cydia і Sileo) залишаться активними.

Режим відновлення – це свого роду захист вашого iPhone або iPad, який дозволяє виконати нове встановлення операційної системи iOS. Режим відновлення – це корисна функція, яка використовується при відновленні операційної системи iPhone, якщо якась її частина пошкоджена або запускається неправильно. Це може статися під час невдалої спроби джейлбрейка.

Режим DFU дозволяє взаємодіяти з операційною системою без завантаження iOS чи самого завантажувача. DFU означає оновлення прошивки пристрою, але його не слід плутати з режимом відновлення, оскільки у функціональному плані він відрізняється. DFU зазвичай використовується як останній засіб, якщо щось піде не так на вашому iPhone або iPad. Деякі інструменти також використовують його як частину процесу джейлбрейку вашого пристрою.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16; Досліджена система диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі iOS 16. 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., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
5. 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.
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., Drievieva, H., Drieviev, 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 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.
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.
23. 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.

УДК 004

**М.Разумовський, магістр гр. КН-22МЗ***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОМПОНЕНТАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО БУДИНКУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ TELETASK

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK. Об'єктом дослідження є процес керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK. Предметом дослідження є методи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK. Методи дослідження базуються на методах Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK. 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 "інтелектуального будинку" або, інакше кажучи, домашньої автоматизації, сьогодні дозволяють робити дуже багато чого – від контролю світла й температури до керування звуком аудіосистем і безпекою будинку й родини, використовуючи для цього звичайні мобільні пристрої. Уявіть, що ви керуєте всім домом лише кількома дотиками на смартфоні. Системи домашньої автоматизації роблять це реальністю, пропонуючи неперевершену зручність та ефективність. В роботі перейдемо до основних компонентів, які втілюють у життя ці розумні будинки. Система домашньої автоматизації – це мережа апаратного забезпечення, комунікаційних та електронних інтерфейсів, які працюють для інтеграції повсякденних пристроїв один з одним через Інтернет. Це дозволяє користувачам дистанційно керувати такими функціями, як доступ до будинку, температура, освітлення та домашній кінотеатр. Кожну систему можна налаштувати за допомогою різноманітних налаштувань для виконання певних завдань за командою або в заздалегідь визначений час.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією teletask.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK.

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

- Огляд існуючих систем керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK.
- Дослідження системи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK.
- Програмна реалізація системи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK.

*Об'єктом дослідження* є процес керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK.

*Предметом дослідження* є методи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK.

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

### **Виклад основного матеріалу.**

#### **Переваги системи домашньої автоматизації**

Найбільш безпосередні переваги встановлення системи домашньої автоматизації – це зручність і розширений контроль. Пройшли ті часи, коли нам доводилося вручну регулювати термостат або перевіряти, чи ввімкнено світло. Тепер цими функціями можна керувати будь-де та будь-коли за допомогою смартфона чи іншого мережевого пристрою.

– Енергоефективність: інтелектуальні термостати та автоматизоване освітлення сприяють значному скороченню споживання енергії, що, у свою чергу, знижує рахунки за комунальні послуги. Точний контроль систем опалення та охолодження означає, що енергія не витрачається даремно.

– Безпека: розширені функції безпеки включають камери спостереження, детектори руху та автоматизовані дверні замки, за всіма якими можна контролювати віддалено. Користувачі отримують сповіщення в режимі реального часу в разі будь-якої незвичної діяльності.

– Комфорт і зручність: можна встановити графіки для регулювання клімату в домі до прибуття власника, забезпечуючи максимальний комфорт. Розумні прилади можуть почати готувати їжу або прати одяг за допомогою простої голосової команди або за попередньо встановленим розкладом.

– Доступність: для людей з проблемами мобільності або обмеженими можливостями система домашньої автоматизації може забезпечити підвищений рівень незалежності. Основними домашніми функціями можна легко керувати, зменшуючи потребу виконувати фізично важкі завдання.

Використання авторитетної дизайнерської лабораторії, забезпечує додаткову перевагу індивідуальних порад і точності в налаштуванні системи, яка відповідає конкретним потребам. Це гарантує, що будинки не тільки розумні, але також ефективні та безпечні.

#### **Компоненти системи домашньої автоматизації**

##### **Централізований центр управління**

Керуйте своїм розумним будинком за допомогою цієї інтуїтивно зрозумілої сенсорної панелі, основного компонента системи домашньої автоматизації.

Серцем будь-якої системи домашньої автоматизації є централізований центр керування. Цей компонент діє як командний центр, обмінюючись даними з різними пристроями та забезпечуючи їх злагоджену роботу. В роботі підключаємо його до домашньої мережі, часто бездротовим способом, що дозволяє нам керувати всіма підключеними пристроями через єдиний інтерфейс. З центру керування в роботі можемо регулювати параметри, створювати автоматизовані послідовності або контролювати стан усієї нашої системи, незалежно від того, перебуваємо в роботі вдома чи не вдома.

##### **Датчики та детектори**

Датчики та детектори – це очі та вуха системи домашньої автоматизації. Постійно збираючи дані про навколишнє середовище, вони змушують інші пристрої діяти відповідно. Типи датчиків включають:

- Датчики температури для клімат-контролю
- Датчики вологи для запобігання пошкодження водою
- Детектори руху для охорони та освітлення

Ці пристрої допомагають нам підтримувати ідеальну атмосферу вдома та забезпечують безпеку та цілісність нашого майна.

##### **Розумні пристрої та техніка**

У наших домівках розумні пристрої та прилади забезпечують неперевершену зручність. В роботі використовуємо розумні термостати, щоб підтримувати бажаний рівень

комфорту, не витрачаючи енергію. Розумні системи освітлення не тільки економлять електроенергію, але й створюють настрій за допомогою регулювання яскравості та кольорів. Розумні замки та механізми відкривання гаражних дверей додають рівень безпеки. Усі ці пристрої легко інтегруються в систему домашньої автоматизації, пропонуючи як контроль, так і налаштування.

### **Голосові помічники**

Голосові помічники зробили революцію в тому, як в роботі взаємодіємо з нашими домівками. В роботі використовуємо їх для виконання команд або запиту інформації простим голосом. Ці помічники можуть вмикати світло, відтворювати музику або надавати інформацію про погоду, і все це без нас. Голосові помічники працюють у парі з системою автоматизації, забезпечуючи легкий та інтуїтивно зрозумілий досвід користувача.

### **Системи безпеки**

Наш спокій значно підвищується завдяки передовим системам безпеки. Ці системи включають камери спостереження, датчики дверей і вікон, сигналізацію та розумні замки. Реагуючи на найменші порушення, ці пристрої миттєво сповіщають нас про потенційні загрози. Вони також записують докази, якщо трапляються порушення безпеки, що робить наші розумні будинки не лише безпечнішими, але й надійнішими.

### **Розважальні системи**

Нарешті, розважальні системи є наріжним каменем сучасної домашньої автоматизації. В роботі керуємо нашими телевізорами, потоковими пристроями та налаштуваннями аудіо через централізований хаб або призначені програми. Завдяки інтегрованим розумним динамікам і дисплеям зручність, яку в роботі відчуваємо, не обмежується практичним використанням, вона також поширюється на наше дозвілля.

### **Вибір правильних компонентів**

#### **Оцінка ваших потреб і бюджету**

Перш ніж зануритися в безліч варіантів домашньої автоматизації, в роботі повинні оцінити наші конкретні потреби та встановити чіткий бюджет. Незалежно від того, чи прагнемо в роботі оптимізувати споживання енергії, підвищити безпеку будинку чи просто додати зручності до наших повсякденних справ, першим кроком є визначення наших цілей. Наскільки обширна система нам потрібна, суттєво вплине на бюджет. В роботі хочемо врахувати не лише початкову вартість обладнання, але й плату за встановлення, послуги передплати та будь-яке майбутнє обслуговування. Інвестиції в правильні сфери, збалансовані між витратами та вигодами, гарантують, що в роботі не тільки економічні, але й що наша система домашньої автоматизації виправдовує наші очікування без непотрібних витрат. ### Сумісність та інтеграція

Серце ефективної системи домашньої автоматизації полягає в повній сумісності та інтеграції всіх її компонентів. Оскільки на ринку представлено безліч брендів і екосистем, вирішальним є вибір пристроїв, які добре взаємодіють і працюють разом. В роботі шукаємо системи, які підтримують широко використовувані протоколи зв'язку, такі як Z-Wave, Zigbee або Wi-Fi. Це не лише спростить керування через одну програму чи хаб, але й забезпечить майбутнє наших інвестицій у міру розвитку технологій. В роботі прагнемо створити екосистему, яка є достатньо гнучкою, щоб включати нові пристрої, коли в роботі розширюємо нашу систему. #### Масштабованість і розширення

У міру того як змінюються наше життя та потреби, змінюватимуться і наші вимоги до домашньої автоматизації. В роботі плануємо майбутнє, обираючи систему, яка пропонує масштабованість і розширюваність. Це означає вибір платформи, яка дозволяє нам легко додавати або оновлювати компоненти без заміни всієї системи. Ось основні фактори, які слід враховувати:

- Здатність системи працювати з додатковими пристроями.
- Простота включення нових типів датчиків і приладів.
- Підтримка нових технологій і стандартів.

Гарантуючи, що наша система домашньої автоматизації може розвиватися разом з нами, в роботі інвестуємо в технологію, яка адаптується до нашого способу життя, що розвивається, залишаючись функціональною та передовою з часом.

### **Встановлення та налаштування**

#### **Створення мережевої інфраструктури**

Перш ніж перейти до окремих компонентів нашого розумного дому, дуже важливо створити надійну мережеву інфраструктуру. Ця інфраструктура служить основою для безперебійного зв'язку всіх наших пристроїв. Нам потрібно переконатися, що наша мережа Wi-Fi достатньо потужна, щоб працювати з кількома пристроями без затримок або перерв. Для великих будинків може знадобитися інвестиція в сітчасту мережу, щоб забезпечити широке покриття. Дротове підключення, наприклад Ethernet, також можна використовувати для стаціонарних пристроїв, пропонуючи вищу швидкість і підвищену надійність.

#### **Підключення та налаштування пристроїв**

Коли мережа встановлена, настав час підключитися та налаштувати наші пристрої. В роботі починаємо з встановлення розумних концентраторів або контролерів, які діють як командний центр для всіх розумних пристроїв. Потім синхронізуйте кожен пристрій із концентратором, переконавшись, що вони підключені до одного мережевого протоколу, наприклад Zigbee, Z-Wave або Wi-Fi. Після фізичного налаштування в роботі налаштуємо пристрої за допомогою відповідних програм, налаштувавши такі параметри, як дозволи, імена для легкого розпізнавання, і додавши їх у відповідні групи або «сцени» для скоординованого керування.

#### **Правила автоматизації програмування**

Справжня сила домашньої автоматизації полягає у створенні індивідуальних правил автоматизації, які відповідають нашому стилю життя. В роботі робимо це, визначаючи умови «якщо це, то те» (IFTTT), які запускають певні дії на наших пристроях. Наприклад, в роботі можемо запрограмувати тьмяне світло, коли настає час фільму, або налаштувати термостат на регулювання температури, коли нікого немає вдома. В роботі використовуватимемо інтелектуальні центри або програми, щоб установити ці правила, і зможемо регулювати складність відповідно до наших потреб, від простих таймерів до складної автоматизації з кількома умовами. Ось як в роботі оптимізуємо програмування:

- Визначте повторювані завдання, які в роботі хочемо автоматизувати.
- Встановіть чіткі тригери, як-от час доби або виявлення руху.
- Визначте дії, які слідують за кожним тригером.
- Перевірте та вдосконаліть правила автоматизації для досягнення оптимальної продуктивності.

Ретельно програмуючи правила автоматизації, в роботі підвищуємо як функціональність, так і ефективність нашої системи домашньої автоматизації.

#### **Поради щодо успішної системи домашньої автоматизації**

##### **Регулярне технічне обслуговування та оновлення**

Пориньте в розкіш і комфорт розумного дому з цією елегантною облаштуванням вітальні, ідеальним прикладом системи домашньої автоматизації.

В роботі розуміємо спокусу налаштувати систему домашньої автоматизації та забути про неї, припускаючи, що вона бездоганно працюватиме вічно. Але, як і будь-яка технологія, розумний дім потребує регулярного обслуговування, щоб працювати на піку. Такий підхід забезпечує продуктивність і довговічність. Заплануйте щомісячні перевірки, щоб оцінити функціональність і стан кожного пристрою. Оновлення мікропрограми мають вирішальне значення та зазвичай містять удосконалення та виправлення безпеки. Дуже важливо швидко інсталювати ці оновлення, оскільки вони усувають уразливості, які можуть поставити під загрозу цілісність нашої системи.

##### **Заходи безпеки та конфіденційності даних**

Наша конфіденційність і безпека не повинні залишатися позаду в еру розумних будинків. Дуже важливо, щоб в роботі вживали надійних заходів безпеки та

конфіденційності даних. Почніть із встановлення надійних паролів і регулярно змінюйте їх, щоб ускладнити несанкціонований доступ. Крім того, розгляньте можливість використання виділеної мережі для нашої системи домашньої автоматизації, щоб ізолювати її від наших персональних пристроїв. Це зменшує ризик перехресного зараження пристроїв у разі порушення безпеки. В роботі також виступаємо за використання інструментів шифрування для захисту конфіденційних даних, що передаються між пристроями.

### **Залучення професійної допомоги**

Хоча в роботі могли б спробувати встановити та керувати системою домашньої автоматизації самостійно, у деяких ситуаціях потрібен досвід професіоналів. Якщо наша система складна або в роботі не знайомі з тонкощами домашньої мережі, доцільно найняти експерта. Звернення до професіонала дає нам кілька переваг. Вони володітимуть останніми галузевими знаннями та зможуть оптимізувати нашу систему для підвищення ефективності та безпеки. Крім того, їхній досвід може заощадити наш час і потенційно уникнути будь-яких дорогих помилок. Пам'ятайте, що початкові інвестиції в професійну допомогу можуть окупитися, якщо наша система налаштована правильно з самого початку.

В роботі розглянули основи систем домашньої автоматизації та те, як забезпечити їх безперебійну роботу. Пам'ятайте, що регулярне технічне обслуговування та пильна охорона є ключовими каменями надійного розумного дому. Якщо ви почуваетесь не в змозі, не соромтеся зателефонувати професіоналам. Вони переконуються, що ваша система не просто розумна, а неймовірна. Приймайте майбутнє з упевненістю, знаючи, що ваш автоматизований дім максимально безпечний і ефективний.

Розглянемо деякі технології інтелектуального будинку.

### **Iris**

Розроблена англійською компанією AlertMe система тепер продається в США як коробкове рішення. Є кілька варіантів, що розрізняються составом і призначенням. Це набір системи безпеки для початківців, що включає датчики для дверей, вікон і руху, або набір для енергетики, що містить інтелектуальний термостат, комплект для включення й хаб. Хаб можна купити й окремо, а набори можна сполучати. Із цими системами можна докупити додаткові пристрої – внутрішню або зовнішню камеру, дверний замок, інтелектуальні вимикачі й детектор диму. Всі пристрої працюють через хаб, що підтримує стандарти Z-Wave і ZigBee, і який, у свою чергу, може через Wi-Fi виходити в Інтернет і, виходить, контролюватися зі смартфона або комп'ютера.

### **Ubi**

Усе, що описано вище, уже можна придбати. Ubi – це те, що можна буде купити в найближчому майбутньому. Цей пристрій одержав фінансування через краудфандинговий проект (проект народного фінансування) Kickstarter і тепер доступно для передзаказу. Ubi – невелика коробочка, мініатюрний комп'ютер, що містить кілька датчиків, що підключається до Wi-Fi-мережі й управляється голосовими командами. У цей час (проект поки не завершений) Ubi може здійснювати пошук в Інтернет, відсилати SMS і email, а також управляти поруч «інтелектуальних пристроїв». Розроблювачі мають намір дуже сильно розширити функціонал Ubi і, оскільки цей комп'ютер працює на базі Android і має відкритий API (інтерфейс для розроблювачів), він може легко обновлятися.

### **TELETASK**

Компанія TELETASK (Бельгія), виробник устаткування для систем Інтелектуальний будинок, реалізує це встаткування використовуючи технологію MICROS+ (Мікрос плюс).

### **TDS10012 – центральний елемент MICROS+**

Центральний елемент оснащений 2-ма шинами AUTOBUS. Підключення до центрального елемента виробляється за допомогою USB або Ethernet. Ethernet-з'єднання може бути підключене до локальної мережі. 8 виходів 0-10 В базово встановлено в модулі. На кожен шину AUTOBUS може бути підключене до 31 пристроя TELETASK. Кількість шин AUTOBUS можна розширити до 4-х за допомогою модуля для розширення мережі. Максимальне число модулів, що підключаються, зростає до  $4 \times 31 = 124$  шт.



Застосування: проекти домашньої автоматизації з максимальним навантаженням в 1500 датчиків і пристроїв (вхідних і вихідних).

### **Характеристики**

#### **Виходи**

Обладнаний 24-ма замінними реле:

- $I_N = 10 \text{ A} / 250 \text{ VAC} \cos \phi 0,7$ .
- $I_{NI} = 80 \text{ A mp}$  (20 мс) (примітка: пускові струми).

Обладнаний 8-ю виходами 0-10 В для керування диммером. Максимальне навантаження: 500 виходів (загальна кількість реле, диммерів і моторів – 500)

#### **Входи**

Обладнаний:

– 32 цифрових входи (для «сухих контактів»);  
– 2 аналогових входи (для датчиків температури, освітленості й вологості від TELETASK);

- 2 шини AUTOBUS (з можливістю розширення до 4-х за допомогою TDS10202 – модуль для розширення мережі);
- USB-роз'єм;
- Ethernet-роз'єм.

На кожен шину AUTOBUS може бути підключене до 31 модуля (один модуль може використовувати більше 1 технічної адреси).

Максимальна довжина шини AUTOBUS 1000 м (близько 150 м без додаткового блока живлення, залежно від підключених пристроїв).

#### **Системні обмеження**

Системні обмеження залежать від поточної версії ПЗ:

- 500 місцевих сценаріїв;
- 50 загальних сценаріїв;
- 50 кімнат;
- 50 синхронізованих місцевих сценаріїв;
- 50 сенсорів;
- 50 аудіо зон;
- 250 очевидних функцій;
- 250 функцій таймера;
- 250 функцій вентилятора;
- 250 функцій процесу;
- 500 розкладів;
- 500 прапорів;
- 500 функцій «Якщо-потім-після»;
- 500 повідомлень і сигналів тривоги;
- 500 функцій стану;
- 500 чип-карт.

Обмеження таймера:

- Функція вентилятора: макс. 7200 сек.
- Функції часу: макс. 7200 сек.
- Моторні функції: макс. 7200 сек.
- Синхр. місцеві сценарії: макс 7200 сек. після кожного кроку.

Живлення:

- Напруга: 100-250 VAC.
- Частота: 50/60 ГЦ.
- 45 Вт повне навантаження (макс. споживання 65 Вт).
- Власне споживання: 0,2 А – 1,35 А.

Налаштування: AUTOBUS резистор Убудований у плату MICROS+.

Перезавантаження: Кнопка «Reset»: перезавантаження центрального елемента.

IP-адреса «SW2»: відправлення IP-адреси на комп'ютер (тільки у випадку Ethernet-підключення).

### **Монтаж**

Рекомендується встановлювати на плоску поверхню на рівні очей.

Розділяйте слабкострумкові (вхідні) і силові (вихідні) кабельні хвости:

- Слабкострумкові: через прямокутний отвір у нижньому лівому куті.
- Силові: через круглі отвори на задній і нижній стінках.

Підключення:

– Максимальний перетин кабелю 1,5 мм<sup>2</sup> (рекомендується сечення, що, 0,5 – 0,8 мм<sup>2</sup>)

– Аналогові входи гвинтові клеми, Що Від'єднуються.

Модуль для розширення мережі TDS 10202 (опціонально).

– Використовується спеціальний кабель.

– USB-B з'єднання для прямого підключення до ПК.

– Ethernet. Підключається в локальну мережу. Використовується роз'єм RJ-45 і кабель cat 5e.

– Живлення. Використовується шнур живлення (у комплекті з MICROS+).

– Заземлення. Завжди підключається основна клему заземлення до основної шини заземлення вашої електромережі. Використовуйте гвинтовий затискач у правому нижньому куті.

– Споживання: 0.3 А макс.

– Габарити: 450 Ш x 365 У x 80 Г (мм)

### **Мережа AUTOBUS**

MICROS+ поєднує в єдиному корпусі чудовий функціонал. Але якщо потрібен більший функціонал від TELETASK, те MICROS+ може бути використаний як центральний (шиноутворюючий) елемент системи.

Шина/мережа AUTOBUS формується MICROS+ і має наступні системні межі:

– 4 підмережі (Autobus 1-4), до кожної з яких може бути підключене до 31 модуля TELETASK. Разом до MICROS+ може бути підключено 124 модуля;

– довжина кожної підмережі Autobus 1-4 може становити до 1000м. Загальна довжина мережі/шини AUTOBUS може становити до 4000 метрів;

– підмережі Autobus 1 і 2 формуються MICROS+ самостійно, а підмережі Autobus 3-4 формуються за допомогою розширника мережі TDS10202.

Фізично шина AUTOBUS являє собою екранований мідний кабель, що складається із двох живильних і двох інформаційних провідників: 2x1,0+2x2x0,22. Інформаційна пара є кручений парою – Cat5.

Живлення мережі AUTOBUS – 12V DC (постійної напруги). Блок живлення 12V уже встановлений в MICROS+ і для підмережі Autobus 1-2 окремі блоки живлення не потрібно.

Для програмування мережі TELETASK центральний елемент системи – MICROS+ підключається до комп'ютера й за допомогою програмного забезпечення виконується налаштування системи.

### **Кабель TELETASK**

MICROS+ поєднує в єдиному корпусі чудовий функціонал. Але якщо потрібен більший функціонал від TELETASK, те MICROS+ може бути використаний як центральний (шиноутворюючий) елемент системи. Шина/мережа AUTOBUS формується модулем MICROS+. Фізично шина являє собою екранований мідний кабель, що випускається TELETASK, що складається із двох живильних і двох пара інформаційних провідників: 2x1,0+2x2x0,22. Інформаційна пара є кручений парою – Cat5.

TELETASK випускає кабель для прокладки шини AUTOBUS, бухтами по 100м. Також кабель TELETASK для зручності монтажу випускається в гофротрубе, діам. 20мм.

Після завершення монтажу модуля MICROS+ (або системи TELETASK у цілому) необхідно виконати програмування й пусконаладку.

За допомогою ПЗ виробляється налаштування системи. Як правило, початкове програмування MICROS+ виробляється в офісі розробника Інтелектуальних домів на базі технології TELETASK. На об'єкті виконується його доведення, підлаштування під об'єкт.

Для первісного програмування необхідно продумати – якого функціонала Ви хочете одержати від MICROS+. Чим точніше визначитесь з функціями й сценами керування, тим ефективніше буде робота інженерів по програмуванню й налаштуванню. Необхідні лише конкретні побажання.

Для остаточного налаштування будинку, обладнаного MICROS+, під бажання краще підготуватися. Насамперед, зрозуміти для себе (і, звичайно, для членів родини) чим буде управляти кожна клавіша кожного вимикача. Це заощадить час сервісного інженера, що буде виконувати налаштування.

Але навіть якщо щось забули продумати, нічого страшного. Оскільки MICROS+ може бути підключений до комп'ютера, і за допомогою ПЗ виконуються налаштування, то в будь-який момент часу є можливість їх змінити. Таким чином, маєте гнучку систему завжди готову підбудуватися під будь-які бажання.

Однак, досвід експлуатації показав, що виконання налаштування, якщо дійсно їх продумали для своєї родини, міняються не занадто часто. Як правило, за два-три місяці проживання в будинку, обладнаному MICROS+, люди звикають до комфорту й переналаштовують систему рідко й мінімально, лише для того, щоб щось поліпшити, зробити більше зручним.

### Розробка структурної схеми



Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK; Досліджена система керування компонентами інтелектуального

будинку за технологією TELETASK; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK. 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., Yenchey, 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., 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.

УДК 004

В.Середа, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ НА БАЗІ ОС ANDROID

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android. Об'єктом дослідження є процес мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android. Предметом дослідження є методи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android. Методи дослідження базуються на методах розробки мобільних додатків, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи мобільного контролю вантажоперевезень на базі 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.** Сучасні системи моніторингу автомобілів дозволяють у значній мірі знизити витрати на вантажоперевезення, обслуговування автомобілів, і підвищити ефективність роботи автомобільного парку. Більшість підприємств використовують технології IRNSS/GPS моніторингу автомобілів, та відповідно вантажоперевезень. Система спостереження за автомобілем повною мірою використовує ресурси супутникової системи моніторингу автомобілів. При виборі такої системи спостереження за автомобілем, необхідно визначити основні завдання підприємства, а потім вирішити, яка з існуючих систем IRNSS/GPS моніторингу автомобілів найбільше задовольняє поставленим цілям. Спостереження за автомобілем дозволяє, насамперед, запобігти викраденню, необґрунтований пробіг, так звані «ліві» рейси, витраті палива, все це можливо за допомогою супутникового моніторингу автомобілів. У наш час ціни на популярні марки бензину й дизельне паливо неухильно ростуть і всім автоволодарам стає зрозуміло наскільки актуальна на сьогоднішній день проблема спостереження за автомобілем. Один з основних способів оптимізації витрат – зниження зайвого пробігу й витрат на паливо. Багато які з несумлінних водіїв як і раніше використовують будь-яку можливість для розкрадання палива й «лівого» заробітку. Протидіяти цьому можливо за допомогою системи спостереження за автомобілем, створеної на основі GPS або IRNSS технологій. Так само, можливо контролювати маршрут руху автомобіля, якщо він змінить свій напрямок руху або відхилиться від маршруту, вийшовши за зону контролю, то про це миттєво довідається.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android.

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

- Огляд існуючих систем мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android.
- Дослідження системи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android.

– Програмна реалізація системи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android.

*Об'єктом дослідження* є процес мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android.

*Предметом дослідження* є методи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android.

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

**Виклад основного матеріалу.** GPS-трекер у транспортному бізнесі приносить більше прибутку, ніж будь-коли, завдяки ефективному використанню ресурсів і аналітики.

З покращенням епідемічної ситуації галузь логістики та транспортування в основному відновила своє колишнє процвітання. Для транспортного сектору обслуговування транспортних засобів є одним із найважчих завдань. Використання технології GPS має велике значення у сфері вантажних перевезень. У сфері транспортування та логістики споріднені компанії також постійно шукають ефективні та інтелектуальні методи управління для вирішення проблем транспортних засобів.

Немає сумніву, що GPS-локатори є найкращим вибором для галузі вантажних перевезень. Встановіть GPS-локатори для транспортних засобів або товарів і отримайте доступ до системи керування GPS. Менеджери запитують про місцезнаходження транспортного засобу та швидкість транспортного засобу через систему управління. Система позиціонування GPS у логістичній галузі також поділяється на дві частини: GPS-локатори, встановлені в транспортних засобах або товарах.

До переваг використання технологічних рішень GPS у сфері вантажних перевезень можна віднести:

1. Керуйте транспортними засобами: ви можете повністю зрозуміти розташування та маршрути всіх транспортних засобів на платформі в режимі реального часу, завершити планування та розгортання вчасно та заощадити ресурси.

2. Оволодіть поведінкою водія за кермом: опануйте інформацію про автомобіль через систему керування, включаючи швидкість руху, час перебування, час роботи тощо, щоб запобігти неадекватній поведінці водіння.

3. Допоможіть зменшити експлуатаційні витрати: переглядайте транспортні засоби, що не використовуються, та транспортні засоби, що використовуються, розумно розподіляйте їх і переконайтеся, що всі транспортні засоби виконують завдання з перевезення вантажів; в той же час, це сприяє інтеграції та коригування транспортних маршрутів для максимізації паливної ефективності та зниження експлуатаційних витрат.

4. Обробка надзвичайних ситуацій у режимі реального часу: зворотний зв'язок інформації про транспортний засіб у режимі реального часу для своєчасного вирішення надзвичайних ситуацій;

5. Інтегрована безпека транспортування: якщо товари, що перевозяться транспортним засобом, є відносно дорогими, GPS-локатор може отримати детальну інформацію про місцезнаходження в будь-який час, зменшити приховану небезпеку крадіжки та включити фактор безпеки.

У сфері транспорту та логістики GPS або технологія GPS сьогодні не просто інструмент, який допомагає водіям орієнтуватися з місця. Завдяки прогресу мобільних технологій і мобільних додатків для логістичних мобільних рішень.

Технологія GPS повністю змінила транспортну галузь. Вони є розробниками мобільних додатків, які можуть надати вам вдосконалені системи відстеження транспортних засобів GPS, які включають ефективні інструменти, необхідні для вашого бізнесу та потреб клієнтів.

За допомогою інтелектуального мобільного пристрою ви можете легко знаходити свої транспортні засоби, ефективно планувати завдання водіїв і керувати витратами.

Ці функції ідеально підходять для успішного ведення транспортного або логістичного бізнесу без здійснення багатьох дзвінків або перегляду громіздких звітів для прийняття рішень.

Технологія GPS-відстеження може творити чудеса для вашого бізнесу, а переваги від неї неперевершені.

Це провідні компанії з розробки мобільних додатків із винятковою командою та досвідом, які пропонують першокласні мобільні рішення для бізнесу, які нададуть вашому логістичному бізнесу найкращий мобільний досвід.

Завдяки творчому підходу та досвіду розробки рішень для мобільних додатків розробники розробляють високоефективне програмне забезпечення для відстеження перевезень, адаптоване до конкретних потреб вашого бізнесу, яке допоможе вам досягти 100% задоволеності клієнтів.

### **Базове рішення GPS-відстеження для логістичного бізнесу**

Якщо ви керуєте бізнесом, який працює через парк транспортних засобів, важливо мати інформацію про місцезнаходження будь-якого транспортного засобу в будь-який час.

Основне використання програмного забезпечення GPS для відстеження транспортних засобів – це ведення запису про місцезнаходження вашого транспортного засобу на карті. Це дає змогу побачити, який транспортний засіб рухається та в якому напрямку.

Завдяки технології відстеження GPS ви можете контролювати швидкість автомобіля, маршрути, запуск і зупинку двигуна, холостий хід і маршрути.

Ви можете визначити, чи прямує транспортний засіб до призначеного пункту призначення, які маршрути було використано та коли автомобіль відпочиває.

Це також стане в нагоді під час пошуку викраденого автомобіля. Такий контроль парку транспортних засобів є ключовим елементом успіху в транспортно-логістичному бізнесі.

Інновації в розробці додатків GPS-відстеження пропонують кілька переваг для вашого транспортного бізнесу. Від доставки, бек-офісних процедур, продуктивності та засобів зв'язку.

GPS-відстеження дозволяє розробляти логістичні мобільні рішення, які допоможуть вам взяти під контроль і контролювати транспортні засоби та робочу силу.

Сучасне мобільне програмне забезпечення для відстеження транспортних перевезень може надавати інформацію, яка є критично важливою для оцінки витрат, відмінного обслуговування клієнтів і підвищує ефективність.

### **1. Управління автопарком**

Сучасні бізнес-рішення GPS дозволяють мати постійний двосторонній зв'язок із вашим автопарком. Якщо вам потрібно змінити маршрут будь-якого транспортного засобу в парку або призначити нову посадку за тим самим маршрутом, ви можете зробити це на основі інформації, отриманої від програмного забезпечення для відстеження транспортування. У додатку також буде функція, яка дозволить сповіщати водіїв, які їдуть неправильним шляхом, або застерігати їх від неправомірної поведінки під час виконання службових обов'язків. Ця функція стосується ефективного планування та організації. Ви можете скасувати доставку або перепрограмувати маршрут, а також прийняти інші обґрунтовані рішення на основі місцезнаходження автомобіля. Для досягнення підвищеної ефективності та гнучкості при малих бюджетах; все, що вам потрібно зробити, це створити власну систему GPS-стеження.

### **2. Оптимізація ресурсів**

Система GPS допомагає підвищити прозорість між вами та водіями. Завдяки GPS-моніторингу ви можете стежити за будь-якими порушеннями з боку водіїв. По-друге, ви можете визначити точну причину затримки доставки, якщо така є. Це, безсумнівно, допомогло б зміцнити довіру між вами та водіями, оскільки не було б місця для будь-яких підозр.



### **3. Безпека та продуктивність водія**

Водії є хребтом вашого транспортного та логістичного бізнесу. Їхня безпека та благополуччя мають бути найважливішими. Технологія GPS забезпечує безпеку водія, перевіряючи поведінку за кермом.

Постійне стеження утримує їх від перевищення швидкості та зухвалої їзди. За допомогою технології GPS ви можете ідентифікувати водіїв, які демонструють хороші навички водіння, і можете запропонувати відповідні винагороди чи заохочення.

### **4. Неперевершена ефективність**

Система відстеження транспортних засобів GPS є автоматизованою та надає оновлення в реальному часі на вашому віддаленому пристрої. Це допомагає швидко приймати рішення. Менеджерам і водіям не потрібна паперова тяганина, тому у вас буде більше часу, щоб зосередитися на інших службових обов'язках. Водії їдуть, не турбуючись про пробіг внаслідок дорожніх робіт чи об'їздів на своїх маршрутах. Таким чином, система GPS є важливим інструментом для отримання найкращої продуктивності та ефективності від кожного вашого персоналу. Створивши власне спеціальне програмне забезпечення на основі GPS, ви зможете швидко й ефективно впоратися з будь-якою технічною несправністю, негайно призначивши наступний найближчий транспортний засіб.

### **5. Зменшити адміністративний ресурс**

Збір статистичних даних, як-от звітів про пробіг, вимагає залучення працівників у дорозі. Це призведе до величезної кількості робочої сили на дорозі, що зрештою збільшить вартість. Крім того, це також збільшує кількість співробітників в офісі, щоб завершити роботу, що залишилася. Технологія GPS зменшує це число в цілому, оскільки стає можливим отримувати статистику безпосередньо з автомобіля.

### **6. Аналіз/оцінка витрат**

Ви можете аналізувати витрати на паливо для виконання завдань, пов'язаних із бізнесом, і контролювати споживання палива для особистої вигоди.

За допомогою відстеження транспортних засобів ви також можете визначити старі транспортні засоби, які споживають більше витрат, і позбутися шкідливих звичок водіїв, які можуть призвести до збільшення споживання палива.

### **7. Мінімальні ризики крадіжки**

У транспортно-логістичному бізнесі на кону великі гроші. У будь-якому випадку, якщо викрадений транспортний засіб з коштовними партіями; тоді це призведе до величезних збитків і негативно позначиться на вашій діловій репутації.

Система GPS допомагає надсилати сповіщення у разі будь-якої подібної події. Це допоможе вам вжити відповідних заходів проти винних.

### **8. Якісне обслуговування клієнтів**

Правильне планування допоможе вам розмістити більше поставок на день, що призводить до швидшого обслуговування клієнтів. Це також дозволяє точно інформувати клієнтів про очікуваний час прибуття та у разі будь-яких затримок.

У даній роботі розробляється логістичне мобільне рішення за допомогою розробки додатків GPS-відстеження, створених для досягнення максимальної продуктивності та прибутковості для вашого бізнесу. Наш мобільний додаток для відстеження транспортних засобів пропонує технології майбутнього вже сьогодні.

Технологія GPS є обов'язковою, якщо ви володієте транспортним або логістичним бізнесом. Саме тому, що GPS має безліч переваг, які можуть цілісно змінити ваш бізнес.

Отже, ви повинні виділити значну частину грошей на розгортання технології GPS стандартної якості, оскільки вона завжди матиме користь. Ви можете проконсультуватися з компаніями, які займаються розробкою мобільних додатків, щоб отримати уявлення про вартість розробки програми GPS-відстеження.

## **Пошук ідеального ідентифікатора розташування для мобільних програм: GPS проти маяків проти Wi-Fi**

Технології навігації стали віхою та відіграли важливу роль в успіху смартфонів. GPS, Wi-Fi і Beacon є трьома найбільш використовуваними технологіями. У цьому блозі ми порівняємо всі три технології та обговоримо їхні плюси та мінуси. Як часто ви шукаєте в Інтернеті найближчі кафе, кінотеатри чи лікарів? Результати більш ніж задовольняють більшість часу, якщо «Місцезнаходження» ввімкнено на вашому пристрої. Чип GPS, вбудований у ваш смартфон, коли ввімкнено, відстежує ваше місцезнаходження на основі осі координат. Програми для смартфонів або веб-додатки, такі як Google Maps, показують, де ви точно. Пристрій GPS потребує безперервного зв'язку з одним або декількома супутниками в чистому небі, щоб забезпечити його роботу. Це означає, що функціональність GPS зазвичай погіршується в приміщенні або в хмарний вечір. У наші дні для мобільних додатків потрібне місцезнаходження, щоб покращити персоналізацію та зробити взаємодію з користувачем більш актуальною. У результаті розробники мобільних додатків використовують різні нові та традиційні технології та методи, щоб переконатися, що «Місцезнаходження» постійно доступне для їхніх додатків, незалежно від того, чи знаходиться пристрій у приміщенні, на вулиці чи зливаю, наче завтра не настане. Порівняно новіша технологія Beacon дуже добре вважається GPS «внутрішніх приміщень» завдяки своїй точності визначення місця розташування до міліметрів. Прийняття технології Beacon значно нижче порівняно з іншими технологіями визначення місцезнаходження, такими як GPS, Wi-Fi та RFID, але він швидко набирає популярності, оскільки все більше й більше маркетологів повинні усвідомлювати його цінність для бізнесу. Wi-Fi вже давно використовується для покращення місцезнаходження GPS. Відносно розташування пристрою, пов'язане з найближчою точкою доступу Wi-Fi, дає змогу відкалібрувати положення навіть у похмурий день, навіть у частково закритому просторі.

Давайте порівняємо технології GPS, Wi-Fi і Beacon і зробимо висновок, яку з них слід включити розробнику мобільних пристроїв у свою програму для найнадійнішого й точного визначення місцезнаходження.

### **GPS**

GPS (або подібна система супутникової навігації як Galileo Європейського Союзу) є основою будь-якої зовнішньої системи визначення місцезнаходження в світі. GPS забезпечує все: від навігації по автобусній карті (за допомогою програми веб-карт, як-от Garmin) до результатів локального пошуку (за допомогою веб-пошукової системи, як-от) GPS є, мабуть, найпопулярнішою технологією в цій галузі завдяки численним перевагам. Це пов'язано з тим, що він надає набагато більше, ніж інформація, така як дата, час, місцезнаходження та маршрути. Крім того, GPS також надає такі переваги, як аудіодопомога під час надання вказівок користувачеві. Рішення GPS-відстеження з усіма цими функціями дозволяють користувачам використовувати свої смартфони як пристрої GPS-відстеження. Однак, як я вже згадував раніше, рішення на основі GPS майже марні, коли перешкода блокує супутниковий зв'язок із пристроєм. Конструкція може бути будь-якою – від даху до хмар. Geofencing – це відносно новий метод, який перевіряє дані про місцезнаходження, отримані від GPS-чипа всередині смартфона, щоб ініціювати дію. Сьогодні багато програм для iOS і Android включають API геозонування для надсилання сповіщень на основі місцезнаходження. Поінформованість про місцезнаходження зазвичай налаштовується в програмі за допомогою інтегрованих API карт, як-от API карт Google для Android. Геозонування працює без будь-яких збоїв, коли визначений віртуальний периметр або геозонована зона знаходяться на відкритому повітрі, як у футбольного клубу, або за гарної погоди. Однак, як тільки геозона переміщується в закриту територію, як-от кінотеатр, геозона перестає існувати. Докладніше: Як відстеження GPS може змінити управління автопарком? Це означає, що якщо ви оновили програму для бронювання фільмів, щоб спрямовувати глядачів до відповідних місць, встановлюючи віртуальні межі для кожного місця, очікуйте помірного падіння рейтингів у App Store.

**Переваги:**

- GPS дуже доступний, що робить його широко поширеною технологією.
- Необмежений діапазон.
- Для цього потрібна згода користувача.

**Недоліки:**

- Системи GPS-відстеження споживають багато енергії, тому миттєво розряджають акумулятори мобільних пристроїв.
- Додаткам GPS-відстеження бракує точності в приміщенні, оскільки вони чутливі до будь-яких перешкод.
- Через низьку точність GPS також не є перевіреною технологією для «мікролокації» або дій на основі близькості.

**Випадки використання:**

- Для ширшого спектру діяльності або «Макророзташування».
- Зовнішнє середовище.

Докладніше: важливі програми для подорожей на основі місцезнаходження для бізнесу

**Wi-Fi**

Wi-Fi спочатку не був розроблений для визначення місцезнаходження. Насправді в перші роки його вважали невдалим. Коли Intel зробила його стандартом для всього асортименту ноутбуків, рівень впровадження зріс експоненціально. Освітні кампуси стали прихильниками, а з масовим виробництвом маршрутизаторів Wi-Fi і падінням вартості Wi-Fi став глобальним явищем. Якщо ви живете в добре заселеному районі, пошук 10-20 гарячих точок на екрані вашого смартфона вже не дивно. Сьогодні Wi-Fi настільки поширений, що розробники додатків припускають, що користувач завжди буде оточений точками доступу Wi-Fi, тому щоразу, створюючи програму, вони не забувають інтегрувати в неї Wi-Fi. Знайти розташування смартфона відносно фіксованої точки доступу Wi-Fi так само просто, як додати рядок коду для обчислення відстані між ними. За допомогою розумного кодування GPS разом із налаштуванням Wi-Fi у приміщенні можна створити карту закритих приміщень, таких як торговий центр. Якщо ви проходите повз магазин Zara на проході, найближчий Wi-Fi може надіслати вам сповіщення з кодом купону. Весь механізм можна змусити працювати без програми, якщо на цьому пристрої активне радіо Wi-Fi.

**Тепер давайте обговоримо переваги та недоліки технології GPS.**

**Переваги:**

- Висока доступність і доступність.
- Діапазон нескінченний.
- Потрібна згода користувача.
- Його можна використовувати без програми.
- Різні компанії та магазини можуть використовувати його для залучення клієнтів.

**Недоліки:**

- GPS не може пробити міцні стіни.
- Вимагає багато енергії та розряджає акумулятор менш ніж за 12 годин.
- Зазнає впливу через атмосферу, багатопрореневість та електромагнітні перешкоди.
- Він має проблеми з конфіденційністю для своїх користувачів, оскільки він не запитує жодних дозволів.

**Випадки використання:**

- Для доставки звичайного мобільного контенту.
- Внутрішнє середовище.

**Технологія маяка**

Google Eddystone і iBeacon від Apple є наріжним каменем технології Beacon, що підтримується технологією Bluetooth Low Energy (BLE). Технологію Beacon можна додати до існуючої програми для Android або iOS за допомогою вищезгаданих профілів Beacon. Мобільні додатки з увімкненим будь-яким із профілів Beacon підключають ваш пристрій до

мініатюрних пристроїв BLE, які зазвичай розміщують у торгових та подібних закритих комерційних приміщеннях. Маяки доступні у багатьох формах, таких як USB-накопичувачі та монетні осередки. Він надсилає радіохвилі, які можуть легко пробити такі конструкції, як стіни та стовпи. Коли людина заходить у такий простір, як-от сусідній супермаркет із встановленими маяками, пристрій у його кишені фіксує передані сигнали Bluetooth у закодованому вигляді, щоб розшифрувати їх програмою з підтримкою Beacon. Якщо програма може розшифрувати сигнали, вона обчислює абсолютну позицію користувача пристроєм відносно маяка всередині супермаркету та надсилає йому сповіщення про місцезнаходження. Наприклад, програма може координувати дії з найближчим маяком, щоб надсилати ексклюзивну пропозицію кожного разу, коли людина буває в відділі шампунів на ринку. Але жодна технологія не є ідеальною. Що, якщо супермаркет за розміром наближається до Walmart, власнику доведеться встановити набагато більше пристроїв, ніж він може собі дозволити. Радіус дії BLE становить 328 футів. Уявіть собі, скільки пристроїв надто амбітний виконавець встановить у величезному торговому центрі Dubai Mall площею 5,9 мільйона квадратних футів. Але знову ж таки, не кожен комерційний простір є Dubai Mall. Для невеликих і середніх комерційних або гостинних приміщень, немає кращого ідентифікатора місцезнаходження, ніж маяк, обладнаний BLE, для вашого додатка, якщо він призначений для вказівки покупцям у торговому просторі.

### **Тепер давайте обговоримо переваги та недоліки технології GPS**

Переваги:

- Висока доступність і доступність.
- Діапазон нескінченний.
- Потрібна згода користувача.

Недоліки:

- GPS не може пробити міцні стіни.
- Вимагає багато енергії та розряджає акумулятор менш ніж за 12 годин.
- Зазнає впливу через атмосферу, багатопроміненість та електромагнітні перешкоди.

### **Розробка багатомовних мобільних додатків**

Сьогодні програми, як правило, за замовчуванням увімкнули місцезнаходження на основі GPS і Wi-Fi. Оскільки Beacon є відносно новою технологією, впровадження програми все ще знаходиться на стадії зародження та буде зростати, оскільки все більше і більше роздрібних приміщень охоплюватимуть цю просту, але мобільну технологію додатків для підвищення бізнесу. На відміну від Wi-Fi і GPS, Beacon не потребує спеціального апаратного забезпечення, оскільки майже кожен смартфон, навіть безглуздий, має радіо Bluetooth. Галузь очікує, що завдяки збільшенню виробництва, збільшенню попиту та підтримці як Apple, так і Google ціни на пристрої Beacons скоро впадуть, ніж пізніше, що змусить ще більше роздрібних торговців і лікарень встановлювати пристрої Beacon у своїх приміщеннях. Тим часом маркетологи повинні підготуватися до наступної революції під назвою «роздрібний маркетинг на основі місцезнаходження», укладеного в технологію під назвою BLE.

### **Розробка структурної схеми**

Гірничодобувна промисловість є вузькоспеціалізованою галуззю, яка значною мірою покладається на велике обладнання для своїх операцій. Незважаючи на те, що видобувні компанії є досить унікальними та мають справу з проблемами, яких не мають інші галузі, завдяки технологіям видобувні компанії можуть легко керувати своєю повсякденною діяльністю. Пристрої відстеження GPS допоможуть вирішити виклики, з якими сьогодні стикається гірничодобувна промисловість, уникаючи при цьому непотрібних витрат і ускладнень.

Гірничодобувна промисловість стикається з багатьма проблемами на різних етапах бізнес-циклу. Логістичні проблеми включають потребу в транспорті для переміщення важкого обладнання та транспортування видобутої продукції, оскільки місця видобутку зазвичай розташовані у віддалених районах.

Віддаленість викликає серйозне занепокоєння. У місцях видобутку та на великих територіях навколо них традиційні засоби радіозв'язку можуть бути недоступні, тобто жодна з стільникових мереж (2G, 3G або 4G LTE) не може бути використана для зв'язку. З іншого боку, супутникова мережа Iridium охоплює всю поверхню землі та забезпечує унікальний засіб передачі даних.

Неефективне управління може швидко призвести до великих і непотрібних витрат. Відстежуючи завантажені транспортні засоби, компанії можуть гарантувати, що час не витрачається на дорогу, і мінімізують дорогий ризик крадіжки. Вантаж повинен постійно контролюватися – від місця шахти до кінцевого пункту призначення. Тільки тоді його можна безпечно доставити.

Ключем до ефективного планування та організації повсякденних операцій є безперервне та без затримок отримання інформації, як-от місцезнаходження транспортних засобів, навіть якщо сигнал GSM недоступний або втрачений. Таким чином, компанія ніколи не втратить свій автопарк і зможе належним чином оновити ланцюг поставок, який включає різні види транспорту. Все це дозволяє досягти кінцевої мети доставки вантажу вчасно.

Також важливо мати точні дані про завантажений вантаж. Інакше існує ризик помилок в обліку і, що більш важливо, частина вантажу може бути вкрадена без відомо. У гірничодобувній промисловості, де в постійному обігу перебувають великі обсяги продукції, питання запобігання крадіжкам справді є дуже актуальним.

Супутники GPS

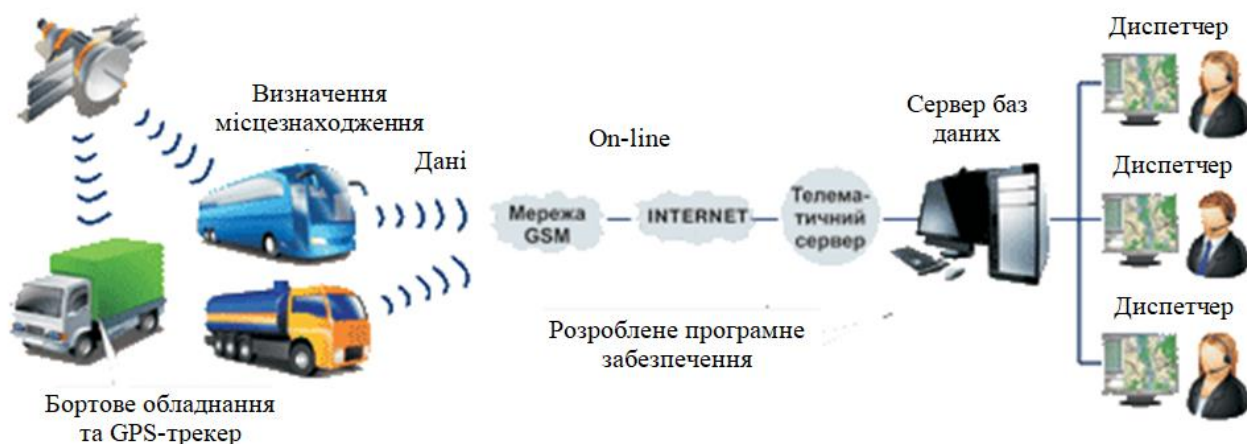


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Автомобільний GPS-трекер Teltonika FMC650 серії PROFESSIONAL надає найточніші доступні дані відстеження. Маючи цю інформацію у вас під рукою, ви можете миттєво приймати рішення та економити час на доставку вантажу. У результаті ви можете зробити більше пробіжок за той самий час.

**Як це працює** – коли мережа GSM недоступна, супутниковий модем Iridium Edge® можна використовувати для передачі даних на сервер через супутникову мережу Iridium. Від Північного до Південного полюса, на відміну від стільникового зв'язку, телематичне рішення Iridium Connected® працює в будь-якому куточку світу. Це означає, що інформація доступна безперервно, тому ви можете постійно контролювати свій автопарк. Точні дані про навантаження можна отримати за допомогою датчиків навантаження, які вимірюють вагу. Цей функціонал допомагає як вести точний облік, так і запобігати крадіжкам. Якщо хтось спробує вкрати частину вантажу, оператор отримає інформацію про різницю в його вазі. Для захисту вантажу також важливо встановити геозони автомобіля, тобто вручну позначити віртуальну огорожу або периметр фізичного розташування. Автомобіль можна експлуатувати лише в межах певної зони. У разі його порушення негайно надсилається сповіщення. Іншим заходом безпеки є включення ідентифікації водія, щоб керувати транспортним засобом могла лише уповноважена особа. Щоб захистити водія, у разі

небезпеки можна натиснути кнопку паніки, щоб викликати швидку допомогу. Функція моніторингу палива використовується для зчитування рівня та витрати палива автомобіля. Це дозволяє видобувним компаніям ефективніше використовувати свої ресурси та заощаджувати витрати. FMC650 – це автомобільний трекер професійного рівня із зовнішніми антенами GNSS і GSM із високим коефіцієнтом посилення. Цей діапазон особливо підходить для обладнання для майнінгу та може забезпечити надійне підключення до мережі. За допомогою трекерів із внутрішніми антенами сигнали GPS і GSM можуть бути легко заблоковані твердими металевими поверхнями автомобіля. Крім того, модель FMC650 розроблена для комплексних рішень, де один пристрій може виконувати кілька завдань. Такі функції, як дані CAN FMS (J1939), дані CAN палива (J1708), супутниковий модем Iridium Edge®, підключений через RS232, подвійна SIM-карта та можливість ідентифікації драйверів за допомогою iButton або RFID через 1-Wire максимально підвищують ефективність вашого автопарку.

#### Переваги:

- Ефективна доставка вантажів – це можливо завдяки точним даним відстеження та миттєвому отриманню інформації, навіть коли мережа GSM недоступна, щоб майнінгові компанії могли максимізувати ефективність парку.

- Максимальний захист вантажу – використання геозон, щоб гарантувати, що вантаж не покине вказану територію, і завжди знати точну вагу завдяки датчикам вагового навантаження.

- Спеціальні можливості геозонування – установіть віртуальні межі, щоб отримувати миттєві сповіщення, коли транспортні засоби відхиляються від заздалегідь визначених маршрутів або в'їжджають у заборонені зони, забезпечуючи дотримання протоколів безпеки та ефективне керування маршрутами.

- Детальна оперативна інформація – отримуйте цінну інформацію про моделі використання транспортного засобу, час простою та поведінку водія, щоб оптимізувати роботу та підвищити продуктивність.

- Планування профілактичного технічного обслуговування – відстежуйте стан транспортного засобу та його використання, щоб завчасно планувати технічне обслуговування, скорочуючи час простою та продовжуючи термін служби майнінг-парку.

- Покращені стандарти безпеки – відстежуйте поведінку водія, щоб забезпечити дотримання правил безпеки, зменшуючи ризик нещасних випадків у складних умовах шахт.

- Економічне управління автопарком: оптимізуючи маршрути, скорочуючи час простою та проактивно керуючи обслуговуванням транспортних засобів, трекери FMC650 сприяють значній економії коштів, підвищуючи загальну ефективність гірничих робіт.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android; Досліджена система мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС Android. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання мобільного контролю вантажоперевезень на базі 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., 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.
2. 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.
  3. 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.
  4. 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.
  5. 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).
  6. 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.
  7. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018
  8. 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.
  9. 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.
  10. 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
  11. 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.
  12. 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.
  13. 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.
  14. 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.
  15. 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.
  16. 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.
  17. 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.
  18. 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.
  19. 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.
  20. 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.
  21. 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.
  22. 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.

УДК 004

О.Скирда, магістр гр. КН-22МЗ

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВИДІЛЕННЯ Й РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ КОРИСТУВАЧА У МЕРЕЖІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі. Предметом дослідження є методи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі. Методи дослідження базуються на методах штучного інтелекту, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи виділення й розпізнавання обличчя користувача у 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.** Програмне забезпечення для розпізнавання обличчя (FRS) визначається як біометричний інструмент, який використовується для зіставлення обличч на зображеннях, як правило, з фотографій і відеозаписів, із існуючою базою даних ідентичності. Її можна розбити на три частини – виявлення (пошук обличчя на зображенні), аналіз (карта обличчя) і розпізнавання (підтвердження особи).

Прикладом технології розпізнавання обличчя є функція автоматичного позначення фотографій у Facebook або навіть Google Photos. Соціальні медіа та технічні гіганти, такі як ці, відображають обличчя користувача на фотографії, сортуючи існуючу базу даних завантажених зображень. Оскільки риси обличчя набагато складніші, ніж інші існуючі біометричні методи, такі як відбитки пальців і райдужна оболонка ока, інструменти FRS потребують складних алгоритмів зі штучним інтелектом.

Згідно зі звітом за 2023 рік Opens a new windowЗгідно з NIST, алгоритми розпізнавання обличч тепер мають середній рівень помилок лише 0,08%, порівняно з 4,1% у 2014 році. Нейронні мережі та технології глибокого навчання відтоді значно вдосконалилися, дозволивши значний розвиток програмного забезпечення для розпізнавання 3D. Справа не лише в базових алгоритмах, ми тепер маємо потужніші мікроконтролери та процесори та вдосконалену технологію камер для об'єктивів і обробки на чіпі. Доступ до цього апаратного забезпечення у вигляді смартфонів став благом для галузі FRS.

На початку цього року Juniper Research повідомила Відкриває нове вікнощо апаратне забезпечення для розпізнавання обличчя, таке як FaceID від Apple, є найшвидше зростаючою формою біометричного обладнання для смартфонів. За оцінками, до 2024 року їх використовуватиме понад 800 мільйонів смартфонів. Беручи до уваги прогрес технологій і прискорене зростання ринку, це був би вдалий час для впровадження технології розпізнавання обличч у ваш бізнес.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі.



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

- Огляд існуючих систем виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі.
- Дослідження системи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі.
- Програмна реалізація системи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі.

*Об'єктом дослідження* є процес виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі.

*Предметом дослідження* є методи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі.

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

**Виклад основного матеріалу.** Будь-який хороший FRS має три ключові компоненти:

- Обладнання для захоплення зображень. Ці зображення також можна вводити в програмне забезпечення з незалежних пристроїв.
- Інтелект для порівняння захоплених облич з наявними даними.
- База даних, тобто існуюча колекція ідентичностей. Це може бути що завгодно: від баз даних співробітників до зображень, видалених із соціальних мереж.

Тепер давайте розберемося, як працює FRS.

1. **Виявлення:** Виявлення починається з виділення обличчя із зображення, яке подається в систему. Згодом на обличчі людини відзначаються різні риси. Певні риси обличчя не змінюються з віком або розміром. Це відстань між очима, глибина очниці і форма носа. Існує близько 80 таких об'єктів, які називаються «орієнтирами». Потім розміри цих орієнтирів об'єднуються, щоб створити код. Цей код називається «відбитком обличчя», і він унікальний для кожної людини.

2. **Зіставлення:** цей відбиток обличчя потім зіставляється з відбитками, збереженими в системі. На цьому етапі зображення проходить кілька технологічних рівнів для забезпечення точності. Оскільки більшість наших баз даних наразі є двовимірними фотографіями, зображення бази даних потрібно обробляти за допомогою рівня технології. Ця обробка зазвичай включає витягування орієнтирів обличчя, щоб вони були схожі на їхні тривимірні аналоги. Якщо зображення об'єкта має низьку роздільну здатність, його необхідно закодувати та декодувати, щоб створити деталі з бажаною роздільною здатністю. Алгоритми повинні враховувати різницю в освітленні, виразі обличчя та кутах.

3. **Ідентифікація:** мета цього кроку залежить від того, для чого використовується програмне забезпечення для розпізнавання обличчя – для спостереження чи автентифікації. В ідеалі цей крок має забезпечити відповідність об'єкта 1:1. Це можна зробити кількома способами: швидким переходом, щоб звучити параметри, а потім увімкненням більш складних шарів. Деякі компанії аналізують текстуру шкіри разом із алгоритмами розпізнавання обличчя, щоб підвищити точність.

Кожен постачальник програмного забезпечення для розпізнавання обличчя зосереджується на різних аспектах технологічних рівнів, щоб забезпечити майже бездоганне обслуговування. Наприклад, одне програмне забезпечення може зосереджуватися на коригуванні умов освітлення, а інше – на аналізі текстури шкіри.

**Хто користується програмним забезпеченням для розпізнавання обличчя?**

Такі компанії, як Mastercard, уже використовують FRS як ідентифікатор під час платежів і для підвищення безпеки. FRS має потенційне застосування в роздрібній торгівлі, готельному секторі, банках, банкоматах та аеропортах. Компанії, орієнтовані на мобільну комерцію, отримують велику користь від FRS. Маркетингові фірми розглядають можливість використання FRS для персоналізованого обслуговування клієнтів.

Наприклад, деякі компанії електронної комерції, які продають окуляри, працюють над використанням FRS, щоб рекомендувати окуляри, які добре виглядають для структури

вашого обличчя. Це позбавляє необхідності відвідувати магазин, щоб їх приміряти. Однак найвагомійші варіанти використання FRS сьогодні пов'язані з безпекою.

### **Ключові обов'язкові функції програмного забезпечення для розпізнавання облич**

Програмне забезпечення для розпізнавання обличчя можна використовувати для автентифікації, спостереження або маркетингу. Залежно від вашого випадку використання, ось деякі ключові функції, на які варто звернути увагу під час розгляду варіантів FRS:

Ключові обов'язкові функції програмного забезпечення для розпізнавання облич

1. Навчена та зростаюча база даних: Рівень точності будь-якої FRS залежить від бази даних, на якій навчався її штучний інтелект. Дані повинні постійно зростати, різноманітні за статтю та етнічним походженням. Навчальні дані також повинні відрізнятися в освітленні, ракурсах і виразах обличчя. Хороша база даних також містить різні роздільності зображень, з якими система може працювати. Програми машинного навчання ефективні настільки, наскільки хороша база даних, яку вони використовують для навчання, і FRS не є винятком.

2. Безпека та конфіденційність користувача: будь-яке біометричне програмне забезпечення тісно пов'язане з особистістю людини. Це означає, що дані (в даному випадку відбитки обличчя), накопичені FRS, є дуже конфіденційними. Дані користувача необхідно шифрувати та очищати через регулярні проміжки часу. Постачальники програмного забезпечення повинні мати надійний план на випадок витоку даних.

3. Точність алгоритму: ключовими показниками, на які слід звернути увагу під час розгляду FRS, є коефіцієнт помилкового прийняття (FAR) і коефіцієнт помилкового відхилення (FRR). FAR – це коли різні зображення хибно зіставляються як ідентичні. У цьому випадку, якщо ви використовуєте його для безпеки, доступ може бути дозволено не тій особі. У FRR точні зображення хибно не збігаються як різні. У цьому випадку потрібна особа може отримати відмову в доступі. У практичному сценарії безпеки FAR має бути низьким, а FRR високим.

4. Масштабованість: для великих підприємств, які хочуть використовувати FRS для автентифікації, масштабованість є важливою, оскільки програмне забезпечення потрібно розгорнути в кількох місцях.

5. Адаптованість і підтримка: постачальники FRS повинні пропонувати резервні варіанти до уваги. У разі збою системи може знадобитися людська підтримка та нагляд, поки система повернеться до нормального стану. Підтримка також потрібна для налаштування обладнання, зокрема камер, для максимальної точності.

6. Прозорість і етика: лише за останній рік FRS кілька разів критикували через відсутність прозорості. Переконайтеся, що програмне забезпечення, яке ви використовуєте, не вдається до неетичних методів, як-от очищення соціальних мереж для збору навчальних даних або порушує конфіденційність користувачів.

Контрольний список для вибору правильного програмного забезпечення

Будь-яка організація, яка збирається вибрати відповідне програмне забезпечення для розпізнавання обличчя, повинна розглянути такі питання:

1. Чи FRS відповідає потребам вашого бізнесу? Вам може знадобитися FRS для ідентифікації облич у закритому наборі даних (автентифікація співробітників), відкритому наборі даних (відстеження роздрібних клієнтів) або просто для перевірки (просто перевірте, чи два зображення однакові).

2. Чи безпечне рішення? Дані мають бути зашифровані та захищені від злому. Це також має захищати конфіденційність користувачів.

3. Чи перевірено програмне забезпечення? Щоб перевірити точність ваших власних даних, існують доступні відкриті джерела даних, як-от LFW і MegaFace. Ви також можете найняти для цього сторонніх постачальників даних. Просто переконайтеся, що набір даних, вибраний для тестування системи, відображає фактичних людей, які використовують систему у вашому випадку використання.

4. Чи перевірили ви показники FAR і FRR? Розглядаючи ці показники, також подумайте про поріг точності, який вас задовольняє. Наприклад, чи нормально для вашого бізнесу, якщо FRS показує збіги, які збігаються лише на 70%?

5. Чи є у нього сильна команда підтримки? Рішення FRS є складними, тому для безперебійної інтеграції у вашу існуючу систему та безперебійної роботи потрібна хороша команда підтримки. Команда підтримки також має допомогти налаштувати програмне та апаратне забезпечення відповідно до ваших потреб.

6. Чи порушують якісь із умов програмного забезпечення закони? Розпізнавання обличчя зараз є актуальною темою, і правила щодо цього різняться. Переконайтеся, що ви не перетинаєте жодних законних меж під час використання FRS.

### **Розробка структурної схеми**

Для людей розпізнавання та класифікація об'єктів (анімованих чи ні) здійснюється шляхом захоплення об'єкта за допомогою кількох доступних біологічних органів чуття, а потім інформація передається в мозок, який розпізнає (або дізнається) об'єкт і миттєво класифікує його на основі захоплених ознак. від цього об'єкта. Крім того, ознаки об'єктів також можна виміряти за допомогою інструментів вимірювання, які надають характерні дані, які можна перевести в інформацію, що використовується для опису або однозначної ідентифікації цього об'єкта (Alblushi A., 2021; Hassin & Abbood, 2021). Завдяки цьому певні біологічні риси можна виміряти та використовувати для однозначної ідентифікації людини серед людей. Такі біологічні ознаки відомі як біометрія. Відповідно до (Jain et al., 2004), щоб біологічна ознака була прийнятною як біометрична, вона має бути універсальною (поширеною серед людей), відмінною (вимірюється однозначно між різними людьми для достатнього поширення), постійною (значною мірою незмінною з часом) і колекційні (вимірні кількісно). Однією з біологічних ознак, які можна вважати біометричними, є людське обличчя. Обличчя людини задовольняють усім вимогам біометрії; вони, безсумнівно, є універсальними, надзвичайно характерними у великому масштабі, переважно постійними протягом тривалого періоду часу та підлягають колекціонуванню. Таким чином, можна побудувати біометричну систему на основі біометрії людського обличчя.

Комп'ютеризована біометрична система, заснована на людських обличчях, по суті, є системою розпізнавання обличчя, яка спирається на візуальну інформацію, присутню на кожному обличчі унікально. Покращення зображення – це процес зміни цифрового зображення, щоб воно було більш придатним для ідентифікації та класифікації правильних об'єктів (Al-Hatmi & Yousif, 2017; Hasson та ін., 2011)). Відповідно до (Li та ін., 2020) обличчя розпізнавання – це проблема розпізнавання візуальних образів, де візуальні вхідні дані, представлені як матриці в комп'ютері, потрібно розрізнити з точки зору того, чи містять дані обличчя, а потім визначити, кому це обличчя належить. (Oloyede та ін., 2020) пояснює, що структура системи розпізнавання обличчя за своєю суттю схожа на структуру біометричної системи, вона включає виявлення обличчя, попередню обробку зображення обличчя, виділення рис обличчя та класифікацію ознак, що є звичайним кроком у біометричних системах, як зазначено в (Oloyede & Hancke, 2016). (Oloyede та ін., 2020) далі пояснює етапи, задіяні в системі розпізнавання обличчя:

- Виявлення обличчя - це перевірка присутності обличчя людини у візуальних вхідних даних.

- Попередня обробка зображення обличчя готує зображення таким чином, щоб воно містило лише важливі візуальні дані обличчя. Підходи включають нормалізацію (зображення обличчя перетворюються в той самий масштаб), вирівнювання обличчя (визначене (Jin & Tan, 2017) як визначення опорних точок на зображенні обличчя) та покращення зображення (заявлене (Karamizadeh et al., 2016) як обробка зображення обличчя в розширену версію, яка може підвищити продуктивність системи розпізнавання обличчя).

- Виділення рис обличчя – це виділення найбільш релевантних візуальних даних обличчя, які однозначно ідентифікують обличчя, мінімізуючи шум і непов'язану інформацію, у достатній вектор опису.

- Класифікація ознак – це етап розпізнавання зображень обличчя, на якому зображення обличчя порівнюються для верифікації або ідентифікації зображень обличчя з бази даних. Як зазначали (Oloyede & Hancke, 2016), це звичайний етап у біометричних системах і включає верифікацію та ідентифікацію. Перевірка досягається за допомогою пошуку «один-до-одного» між входом і ціллю, а ідентифікація – це пошук «один-до-багатьох» між входом і всією базою даних цілей (Coventry et al., 2003) (Ganorkar & Ghatol, 2007) (P Tripathi, 2011) (Muhtahir et al., 2013) (Ahmad et al., 2012).

Системи розпізнавання обличчя розгортаються в широкому діапазоні програм. Деякі програми включають контроль відвідуваності (S. Manjula & S. Santhosh Baboo, 2012), безпеку (Lander та ін., 2018), фінанси, освіту, смартфони, роздрібну торгівлю, транспорт та безпеку мережевої інформації (Hu та ін., 2010)

Як уже згадувалося, системи розпізнавання обличчя розгортаються в різних програмах, що робить їх критично необхідною технологією комп'ютерного зору, яка привернула інтерес для подальшого розвитку та вдосконалення. Існує кілька методів, які використовуються в основних підсистемах (розпізнавання обличчя та класифікація ознак), залучених до загальної структури системи розпізнавання обличчя. Усі підсистеми спільно мають методи, які використовують метод глибокого навчання (DL) згорткових нейронних мереж (CNN) для виконання своїх цілей. Таким чином, мета цього дослідження полягає в тому, щоб представити метод CNN і представити деякі методи на основі CNN для підсистем розпізнавання обличчя

### **Згорткові нейронні мережі (CNN)**

Нейронні мережі – це потужні математичні моделі, які мають на меті імітувати людський мозок під час вирішення складних проблем у багатовимірному просторі та перетворювати їх у нижчий вимір (Yousif J., 2015; Yousif & Kazem, 2021; Alattar et al., 2019). Згорткові нейронні мережі є типом штучних нейронних мереж (Lecun та ін., 1998), які спеціально застосовуються в програмах, які передбачають обробку візуальної інформації. Деякі програми CNN включають розпізнавання обличчя (Taigman та ін., 2014), виявлення об'єктів (Ren та ін., 2017), сегментацію та класифікацію зображень (Farabet та ін., 2013). Візуальні дані в зображеннях зазвичай містяться у формі масиву або кількох масивів. CNN перетворюють візуальні дані в значущу візуальну інформацію, використовуючи послідовні шари згорткових фільтрів для виявлення країв, виявлення частини об'єктів і, нарешті, визначення форми об'єкта в цілому (LeCun та ін., 2015). Згорткові фільтри класифікуються з точки зору їхньої функції в CNN на фільтри шару згортки, фільтри шару об'єднання та фільтри повнозв'язаних шарів (Bezdan & Vačanin Džakula, 2019).

### **Рівні CNN**

Як уже згадувалося, головним чином CNN складається з трьох рівнів: шару згортки, шару об'єднання та повного зв'язку (Bezdan & Vačanin Džakula, 2019). Остаточна обробка візуальних даних через шари CNN виконується шляхом вилучення карт функцій із вхідного 2D-зображення за допомогою ядер (фільтрів) (Salomon et al., 2017).

### **Рівень згортки**

Як випливає з назви, шар згортки покладається на операцію згортки між пікселями зображення та набором ядер навчання. Ядра зазвичай мають невеликий розмір  $n \times n$  і глибину  $d$ , що дорівнює вхідним каналам зображення, якщо зображення має відтінки сірого  $d = 1$  і  $d = 3$ , якщо зображення має колір RGB тощо. Коли вхідні візуальні дані передаються на рівень згортки, пікселі кадру у визначених позиціях згортаються за допомогою фільтра ядра, що дає згорнутий кадр; і цей процес повторюється для кожного ядра (Bezdan & Vačanin Džakula, 2019). Звивисті кадри потім обробляються функцією активації для створення карт функцій. Деякі з функцій активації включають сигмоподібну логістичну функцію, гіперболічну тангенсову функцію Гауса та випрямлену лінійну одиницю (ReLU). Подібно до функцій активації в нейронних мережах (NN), значення зсуву може бути введено для зміщення вхідних даних функції активації для генерації карт ознак  $A$ :

$$A = f(\text{Conv. frame} + \text{bias}) \text{ (Salomon et al., 2017).}$$

Згідно з (Bezdan & Vašanin Džakula, 2019) розмір згенерованих карт функцій залежить від трьох параметрів, пов'язаних із згорткою, а саме кроку, глибини та відступу. Stride – це параметр зміщення позиції, який визначає наступну позицію пікселів кадру, які потрібно згорнути з ядром, тобто для пікселя в позиції  $n$  наступний піксель, який буде згорнуто, знаходиться в позиції  $197n + s$ , де  $s$  – значення кроку. Глибина означає кількість унікальних фільтрів ядра, застосованих до вхідного кадру. Заповнення – це додавання нулів до панелей вхідного зображення таким чином, щоб потрібні пікселі були згорнуті, а інформація зберігалася. За допомогою цього розміру карти вихідних функцій можна обчислити як:

$$(n + 2p - f) s + 1,$$

де  $n$  – це кількість фільтрів,  $p$  – це кількість шарів заповнення,  $f$  – розмір ядра, а  $s$  – крок.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

### Рівень об'єднання

Кarti об'єктів обробляються на шарі об'єднання для зменшення розмірів карт шляхом їх зменшення вибірки (Bezdan & Vašanin Džakula, 2019) і зменшення дисперсії між пікселями карт об'єктів (Salomon та ін., 2017). Кarti функцій процесу внутрішньої вибірки поділяються на менші області однакових розмірів  $d \times d$ , тоді в кожній області або середнє, або максимальне значення пікселів береться як репрезентативне для регіону (Salomon et al., 2017). Процес об'єднання також залежить від кроку і розмір регіону об'єднання. Перекриванням між об'єднаними регіонами можна керувати за допомогою значення кроку, а щоб запобігти виникненню будь-якого збігу між регіонами, значення кроку можна встановити як  $d$ , де  $d$  – розмір карти функцій (Salomon et al., 2017).

### Повністю підключений рівень

Повністю підключений рівень є останнім рівнем CNN. Тут оброблені карти характеристик перетворюються на вектори, які передаються на нейрони штучної нейронної мережі як вхідні дані (Bezdan & Vašanin Džakula, 2019) для класифікації. Методи глибокого

навчання можуть виявити багато складних зв'язків між навчальними даними та результатами через нелінійність його проміжних прихованих шарів. Однак у разі обмежених навчальних даних мережа DL може сформулювати зв'язки, які можуть бути дійсними лише в контексті навчальних даних, а не на реальних даних тестування. Це відомо як переобладнання (Srivastava et al., 2014). Одним із методів, який можна застосувати для запобігання переобладнанню на CNN, є метод відсіву, запропонований (Srivastava та ін., 2014). У методі відключення вузли нейронної мережі тимчасово відкидаються з мережі випадковим чином разом із її вхідними та вихідними з'єднаннями.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі; Досліджена система виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання виділення й розпізнавання обличчя користувача у 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., 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., Bebeško 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., Yenchey, 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., Bebeško, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: Rajakumar, G., Du, K.L., 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., Dricieva, H., Driciev, 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., 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.
  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

Б.Сопілка, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

# ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МЕРЕЖНОГО КЕРУВАННЯ ПОМІШКАННЯМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОТОКОЛУ MODBUS/RTU

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU. Об'єктом дослідження є процес мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU. Предметом дослідження є методи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU. Методи дослідження базуються на методах Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Останнім часом в Україні розвивається будівництво будинків, оснащених системами інтелектуального керування. В Україні, як і в усьому світі, самими популярними об'єктами для впровадження інтелектуальних технологій є комерційна нерухомість (торгові центри, офісні будинки, банки, готелі), державні будинки (вокзали, аеропорти, спортивні й культурні установи), а також об'єкти домашньої автоматизації. У сучасних будинках, насичених інженерним устаткуванням, системи автоматизації й керування виконують функції забезпечення інженерної безпеки експлуатації будинку, інтеграції інженерних систем і, в остаточному підсумку, визначають рівень стійкості функціонування всього об'єкта.

Ідея автоматизації й об'єднання різних систем керування в рамках однієї інтелектуальної системи стимулювала класифікацію об'єктів по двох сегментах:

– автоматизація будинків (Building Automation) – такі об'єкти називають інтелектуальним будинком;

– автоматизація житла (Home Automation) – ці об'єкти звичайно називають системою «Мережне керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU».

Автоматизація будинків спрямована, насамперед, на економію ресурсів і зниження експлуатаційних витрат. Автоматизовані системи для житлових будинків мають на увазі створення затишку, комфорту й зручності для його мешканців.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU.

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

– Огляд існуючих систем мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU.



– Дослідження системи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU.

– Програмна реалізація системи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU.

*Об'єктом дослідження* є процес мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU.

*Предметом дослідження* є методи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU.

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

**Виклад основного матеріалу.** Забезпечення ефективної роботи локальної мережі «Розумний дім» вимагає вирішення цілого комплексу завдань:

1. Гетерогенність системи: суміщення декількох технологій передачі даних (протоколів).

Отже, система повинна підтримувати декілька технологій передачі даних, тим самим стаючи більш універсальною.

2. Мультистанційність: управління системою та отримання інформації про її діяльність за допомогою різних каналів передачі даних (SMS сервіс, Інтернет, ПК).

Необхідність отримання інформації про стан будинку, яку надає локальна система «Розумний дім» може бути необхідна в будь-який момент, так само як і необхідність управління системою. Тому актуальним є не лише управління системою з домашнього ПК, що розташований у даній будівлі, а й за допомогою Інтернет чи мобільного зв'язку.

3. Ієрархічність прав користування системою: система розробляється як багатокористувацька, тож доцільним є функція розподілення прав/ролей для користувачів.

Доступ до системи можуть мати декілька користувачів. Це доцільно і для офісних будівель (можуть бути наявні ролі охоронця, прибиральниці, робітника тощо) і для житлових квартир (батьки, дитина). Різні користувачі, що мають доступ до системи можуть мати різні ролі та наділені відповідними правами.

Отже, метою розроблюваної системи є підвищення ефективності та зручності дистанційного та локального управління системою автоматичного контролю параметрів мережі «Розумний дім», розподілення прав/ролей багатокористувацької системи.

Загальна схема роботи розроблюваної системи така:

– центральний мікроконтроллер (або комп'ютер) приймає сигнали від командних пристроїв;

– потім передає ці сигнали виконавчим модульним і систем в будинку;

– виконавчі модулі та системи отримують команди по електромережі, по інфрачервоному або радіоканалу;

– включають або вимикають відповідні пристрої: освітлення, систему охорони, кондиціонування повітря, опалення, подачу води тощо.

Для забезпечення контролю людиною дій системи «Розумний дім» існують такі засоби управління як сенсорні панелі, вимикачі і кнопкові панелі, пульти дистанційного управління, персональний комп'ютер (ПК) тощо. В результаті аналізу існуючих засобів управління з ціллю розвитку та вдосконалення їх щодо розв'язання задач, які були вказані, обрано ПК.

В ході розробки моделі програмного забезпечення системи визначено основні вимоги до системи:

– підтримка декількох каналів передачі даних від центрального мікроконтроллера (GSM, USB, COM, TCP/IP);

– підтримка протоколів передачі даних та команд користувача (Internet, SMTP, POP3, GSM(SMS), TCP/IP);

– авторизація та автентифікація користувачів;

- можливість одночасної роботи з однією системою багатьох користувачів з динамічними рівнями доступу (за допомогою різних протоколів);
- можливість швидкого налагодження системи під окрему систему датчиків та керуючих пристроїв, можливість модифікації схеми.

Проблема одночасної підтримки різних каналів даних вирішена за допомогою використання паралельних потоків. Це значно покращує швидкість отримання даних, адже програма проводить не послідовне опитування каналів передачі даних на наявність нових повідомлень від центрального контролера, або окремого датчика, а паралельну перевірку каналів. Звичайно, використовувати даний метод краще на ПК на основі багатоядерних процесорів, щоб повністю оцінити всі переваги швидкодії паралельних потоків.

Для вирішення проблеми одночасної роботи з протоколами передачі даних (команд користувача) було використано аналогічний метод. Користувач може завчасно налаштувати ті протоколи, які він буде використовувати та система переходить у стан очікування у паралельних потоках на команду користувача для подальшої їх обробки.

Ієрархічність прав користування системою забезпечено окремим модулем, за допомогою якого виконується аутентифікація та авторизація користувачів системи. У розроблюваній системі виділено 3 основні групи користувачів: адміністратор (фахівець, що здійснює налагоджування системи), головний користувач (адміністратор серед користувачів) та користувачі з динамічним рівнем доступу.

### Розробка структурної схеми

Система "Мережне керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU" – це комплекс інтелектуальної автоматики, який керує абсолютно всіма інженерними системами сучасної будівлі, будь то квартира, будинок або офіс. Основні завдання системи "Мережне керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU" – це комфорт і безпека. Система управління "Мережне керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU" дозволяє централізовано встановлювати – освітлення, температуру, вологість, доступ і безпеку.

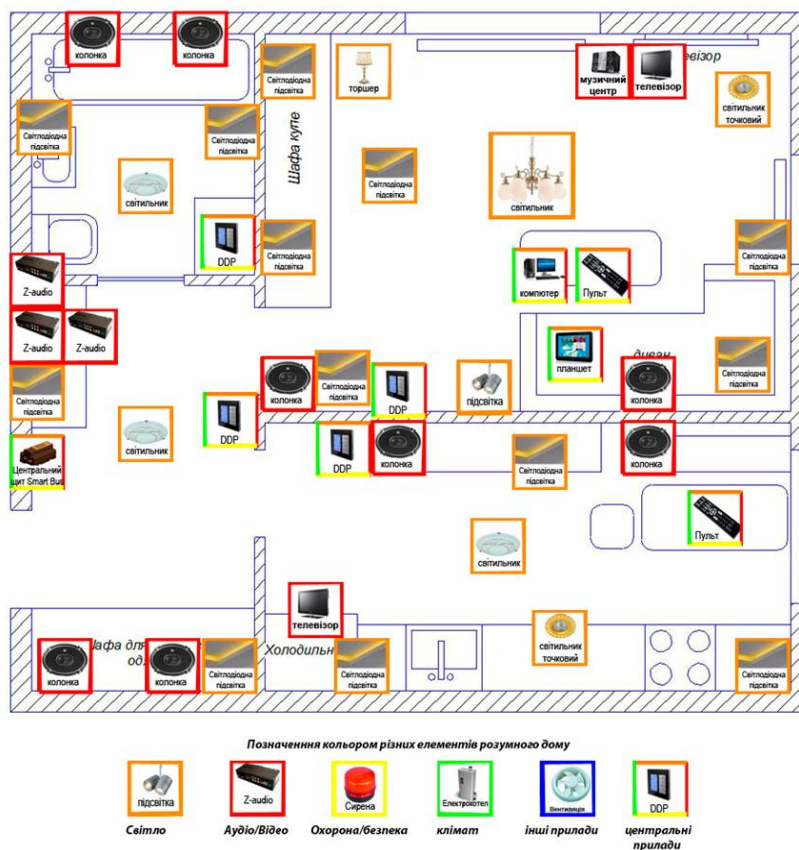


Рисунок 1 – Структура схема системи

Автоматизація «розумного дому» є одним із найкращих варіантів використання технології IoT, оскільки ринок B2C для пристроїв IoT стрімко зріс за останні роки. Цей прискорений інтерес до рішень для розумного дому частково викликаний тим, що через COVID-19 люди почали проводити більше часу вдома та хочуть зробити свої домівки затишнішими та зручнішими.

### **Розвиток автоматизації розумного будинку: важливість надійних технологій IoT**

Наразі клієнти B2C обережно вибирають свого індивідуального партнера з домашньої автоматизації через часті випадки, коли компанії з Інтернету речей раптово припиняють свою діяльність, як це сталося з виробником Інтернету речей Insteon. Керівникам не вдалося продати компанію, і в квітні 2022 року Insteon покинула ринок, навіть не попередивши своїх клієнтів. Через це багато людей мали пристрої IoT, які більше не підтримувалися.

Технології IoT зазвичай включають апаратні та програмні компоненти. У цьому розділі ми зосередимося на розробці додатків домашньої автоматизації для ефективного керування пристроями Інтернету речей. Лише за допомогою правильного поєднання апаратного та програмного забезпечення IoT ви зможете надавати виняткові послуги своїм клієнтам. Розробка безпечних і безперебійно функціонуючих технологій IoT може допомогти вам легше знаходити надійних інвесторів і залучати нових клієнтів.

Але починаючи розробку рішення для розумного будинку, ви можете зіткнутися з багатьма проблемами. Давайте обговоримо, як вирішити хоча б деякі з них.

### **Як подолати загальні виклики впровадження технологій розумного будинку**

Незважаючи на зростаючий ринок B2C IoT, багато людей все ще не готові прийняти системи домашньої автоматизації. У цьому розділі ми обговорюємо загальні проблеми, які заважають користувачам використовувати технології Інтернету речей і вимагають додаткових зусиль і інвестицій від постачальників послуг Інтернету речей.

Високі витрати на впровадження. Коли мова заходить про IoT, це завжди стосується вартості. Коли ми думаємо про рішення для розумного будинку, ми зазвичай уявляємо собі великий футуристичний будинок. Багато людей вважають, що розумні будинки – це ідея майбутнього і що лише багаті можуть дозволити собі технології розумного будинку. Проте ринок IoT розвивався роками, і більшість пристроїв IoT для домашнього використання не коштують цілого стану. Ключовим моментом є розробка простих у навігації та безперебійного функціонування інтелектуальних домашніх систем, щоб виправдати їх вартість для ваших клієнтів. Люди охоче інвестують у високоякісні пристрої IoT, які можуть полегшити їм життя.

Незрозуміле значення. Встановлення пристроїв IoT може здатися радше розвагою, ніж необхідністю. Є пристрої IoT, які використовуються лише для розваг, але є також досить зручні пристрої, які можуть забезпечити безпеку вашого дому, наприклад, коли ви відсутні. Ваше завдання як постачальника послуг IoT полягає в тому, щоб ви надавали цінність своїм клієнтам. Тому під час програмування «розумного будинку» дуже важливо збагатити своє рішення широким і корисним набором функціональних можливостей і постійно вивчати відгуки клієнтів.

Відсутність взаємодії. Незалежно від того, скільки пристроїв IoT у вас є, якщо вони не спілкуються один з одним і ви не можете керувати ними з центрального концентратора, вони не будуть корисними. Важливо надати сучасним клієнтам централізовану платформу управління IoT, яка може служити центром для всіх підключених побутових пристроїв і створювати відчуття інтегрованої та повноцінної системи розумного дому.

Питання безпеки та конфіденційності. Пристрої та рішення IoT часто можуть бути скомпрометовані, якщо вони не захищені належним чином. Користувачі обережно довіряють свої будинки партнерам IoT, які не можуть довести безпеку своїх рішень. Далі в цьому розділі ми обговоримо, як забезпечити безпеку програмного забезпечення IoT. В першу чергу йдеться про налаштування безпечного життєвого циклу розробки програмного забезпечення (S-SDLC) під час розробки програм для iOS або Android для домашньої

автоматизації. Також важливо, щоб рішення Інтернету речей відповідали міжнародним і місцевим актам і нормам із захисту даних, як-от GDPR у Європі.

Різні групи користувачів можуть мати різні причини відмови від впровадження технологій IoT. Вивчіть свою цільову аудиторію та вирішуйте її критичні виклики.

Розглянувши проблеми впровадження розумного дому, тепер ми можемо обговорити випадки використання та функціональні можливості програмних рішень для розумного дому.

### **Розробка додатків для розумного дому: варіанти використання та функціональні можливості**

Функціональні можливості, які ви можете включити у своє програмне рішення IoT, залежать від типу та кількості підтримуваних пристроїв IoT. Незалежно від того, чи є ви виробником пристроїв Інтернету речей чи постачальником програмного забезпечення для Інтернету речей, вам потрібно буде створити програмне забезпечення, яке зможе задовольнити більшість потреб ваших кінцевих клієнтів. Ви можете створити розумний домашній продукт, який може стати системою управління будинком для великого набору пристроїв IoT.

#### **Безпека**

Безпека часто є основною причиною, чому клієнти вибирають пристрої IoT. Спостереження за вашим будинком на відстані є однією з переваг рішень IoT. Наприклад, IoT-компанія Netatmo надає користувачам розумні камери спостереження та дверні дзвінки. Netatmo Smart Video Doorbell дозволяє користувачам бачити своїх відвідувачів і розмовляти з ними віддалено.

Netatmo також дозволяє клієнтам керувати всіма своїми пристроями безпеки за допомогою єдиного мобільного додатку, а також отримувати сповіщення в режимі реального часу у разі будь-яких підозрілих дій у будинку або поблизу нього. Віддалений домашній моніторинг варто включити в будь-яке програмне рішення IoT.

#### **Автоматизація домашніх справ**

Ще одним популярним варіантом використання пристроїв IoT є автоматизація домашніх справ, що може заощадити багато часу. Існує багато побутової техніки і навіть цілі системи розумного дому, які можуть виконувати домашні справи.

Наприклад, духовка June – це розумна духовка з кількома функціями, якими можна дистанційно керувати з мобільного додатку. Користувачі можуть дистанційно розігрівати свої страви або дивитися відео в прямому ефірі, як вони готуються. Духова шафа має камеру з механізмом розпізнавання їжі, тому, коли їжу поміщують у духовку June, вона визначає, що готується, і пропонує найкращий режим для приготування. Крім того, програма надсилає сповіщення, коли їжа готова.

Іншим прикладом є програма Bosch Home Connect, яка дозволяє клієнтам контролювати всі свої розумні побутові прилади Bosch. Насправді інші виробники, зокрема Siemens, Gaggenau та NEFF, мають подібні програми. Додаток Bosch особливо корисний для керування цілим набором кухонної техніки, щоб спростити процеси приготування та прибирання. Додаток також є чудовим помічником, оскільки пропонує широкий вибір статей та рецептів для спрощення домашніх справ.

#### **Контроль клімату та енергоспоживання**

Контроль температури, вологості та якості повітря вдома також вважається важливими функціями домашньої автоматизації. Такі компанії, як Nest і Ecobee, пропонують розумні термостати, які дозволяють регулювати температуру вдома. Ecobee також має функцію eco+, за допомогою якої клієнти можуть попередньо нагрівати та охолоджувати свої домівки перед приходом, підвищуючи енергоефективність. Перегляньте також наш нещодавній проект stromee, створене нами програмне забезпечення для ефективного моніторингу споживання енергії, яке дозволяє користувачам стати більш екологічними, а також заощадити гроші на рахунках за електроенергію.

Пристрої Ecobee не мають власного програмного забезпечення, а підключаються до звичайних рішень, таких як Amazon Alexa, Apple HomeKit і Google Assistant, щоб

забезпечити домашню автоматизацію iOS і Android. Однак використання цих рішень домашньої автоматизації призведе до меншої гнучкості для користувачів і може не дозволити їм отримати доступ до повного потенціалу вашого пристрою. Наприклад, користувачі можуть не мати змоги переглядати історичні графіки температури вдома за певний час.

### **Розваги**

Використання пристроїв IoT для розваг важливо для багатьох клієнтів, особливо для зайнятих сімей з дітьми. Програмні рішення, такі як Roomie Remote, допомагають клієнтам контролювати свої аудіо- та відеосистеми. Використовуючи Roomie Remote, користувачі можуть переглядати аудіо, відео та інші медіа на своєму Apple TV за допомогою жестів або голосу. Крім розважальних функцій, Roomie Remote допомагає користувачам контролювати інші пристрої, такі як термостати, камери спостереження та освітлення.

У наступних розділах ми обговоримо, як створити масштабоване, безпечне та привабливе програмне забезпечення для домашньої автоматизації.

### **Як побудувати систему розумного будинку**

Існує багато виробників пристроїв IoT. Причому у користувачів часто є кілька пристроїв від різних виробників. Їм може бути незручно використовувати окремий мобільний додаток або веб-платформу для кожного пристрою. Набагато простіше, коли всі пристрої IoT підключені, спілкуються один з одним за допомогою єдиного протоколу зв'язку та керуються ними через централізовану платформу IoT.

У попередній статті ми розглянули основні аспекти віддаленого керування Інтернетом речей для мереж великих пристроїв. Ви можете прочитати цю статтю, якщо плануєте надавати свої послуги IoT не лише клієнтам B2C, але й великим підприємствам.

У цьому розділі ми обговорюємо три аспекти розробки системи управління розумним будинком:

- Налаштування хмарного середовища для збору та зберігання даних IoT
- Забезпечення безпеки програмного забезпечення IoT відповідно до галузевих стандартів
- Увімкнення аналізу та візуалізації даних IoT

### **Хмарна обробка та зберігання даних IoT**

Забезпечення належного агрегування, обробки та зберігання даних IoT є важливим елементом у створенні систем управління IoT. Оскільки дані IoT є неструктурованими та часто генеруються в реальному часі, необхідно створити відповідне хмарне середовище. Кілька сервісів AWS, як-от AWS IoT Core та AWS IoT Device Management, дозволяють підключати стільки пристроїв IoT до хмари, скільки необхідно. Ви також можете розглянути нашу статтю про обробку даних у реальному часі, щоб отримати більше інформації про керування даними в реальному часі.

Найбільш підходящим сервісом для зберігання даних IoT є відро Amazon S3 або озеро даних. Озера даних можуть зберігати величезні обсяги неструктурованих даних. У нашому детальному посібнику зі сховищ даних ми обговорюємо, чим озеро даних відрізняється від інших систем зберігання даних, і розповідаємо про його переваги для підприємств.

Щоб навести вам приклад успішного запуску системи IoT у хмарі, ми обрали виробника електроніки Belkin, який почав випускати набір пристроїв для автоматизації розумного будинку. Оскільки кількість розумних домашніх пристроїв і клієнтів зростала, керівництво Belkin зрозуміло, що локальна архітектура компанії IoT не може впоратися з навантаженням, тому вони вирішили перейти на хмарну архітектуру. Результати цього рішення були вражаючими:

Життєвий цикл розробки програмного забезпечення (SDLC) був скорочений більш ніж на 40 відсотків, з 12 місяців до 6,5 місяців.

Компанія заощадила від 30 до 40 відсотків на операційних витратах

Для RAKwireless, виробника пристроїв IoT, ми створили масштабоване рішення IoT за допомогою сервісів AWS IoT Core та AWS Lambda. Завдяки нашому рішенню RAKwireless

вдалося скоротити час, витрачений на налаштування та обслуговування мережі IoT, і тепер вона готова надавати свої послуги набагато більшій кількості підприємств.

Хмарні обчислення можуть бути правильним вибором для розробки вашої платформи управління IoT, якщо ви очікуєте, що ваша компанія буде масштабуватися. Як ми бачили з Belkin, хмарні рішення також скорочують тривалість SDLC і допомагають оптимізувати ваші інвестиції в розробку програмного забезпечення IoT. Насправді серед постачальників послуг Інтернету речей зростає тенденція переносити свою інфраструктуру в хмару. Отже, якщо ви тільки виходите на ринок Інтернету речей, варто створити надійну хмарну інфраструктуру з самого початку, щоб уникнути майбутніх труднощів із хмарною міграцією.

### **Як зробити програму домашньої автоматизації максимально безпечною**

У цьому розділі ми наголошували на тому, що вам слід звернути увагу на розробку максимально безпечної системи розумного дому. Нікому не буде приємно дізнатися, що його камеру спостереження зламали, і тепер будь-хто може проникнути в їхній будинок непоміченим. Щоб випускати безпечні продукти IoT, важливо дотримуватися принципів безпеки на всіх етапах SDLC.

Крім того, може бути корисним дотримуватися певного набору галузевих стандартів, наприклад, архітектури безпеки платформи (PSA).

Відповідно до PSA розробник розумного дому має виконати чотири важливі кроки для розробки безпечного програмного забезпечення IoT.

Аналізуйте. Під час цього кроку команда розробників програмного забезпечення повинна скласти список вимог безпеки за допомогою методів моделювання загроз і виявлення вразливостей.

Архітектор. Цей крок вимагає розробки архітектури безпеки, яка відповідає вимогам PSA та десяти цілям безпеки PSA.

Реалізувати. Наступним кроком є створення програмного забезпечення з архітектурою безпеки та забезпечення безпеки апаратного забезпечення. Також важливо встановити безпечний зв'язок між пристроями IoT і програмними рішеннями.

Сертифікувати. Отримання сертифікату PSA в кінцевому підсумку пов'язане з безпекою технологій IoT. Захист вашої мережі IoT відповідно до стандартів PSA пропонує не лише додатковий захист, але й слугує перевагою продажу, доводячи вашим клієнтам, що ви дбаєте про якість своїх послуг.

Рішення IoT складаються з апаратних і програмних компонентів, і засоби контролю безпеки для них відрізняються. Насправді не існує універсального підходу до безпеки для систем Інтернету речей, тому необхідно налаштувати елементи керування безпекою для кожного апаратного та програмного продукту.

### **Засоби безпеки для апаратного забезпечення IoT**

Безпечне завантаження. Це процес перевірки мікропрограми пристрою IoT за допомогою криптографічних хеш-алгоритмів. Щоб забезпечити Secure Boot, пристрій запрограмовано на ключі безпеки та підписи.

Корінь довіри. Для середовища Secure Boot також потрібен Root of Trust, набір ідентифікаційних і криптографічних ключів, вбудованих в обладнання IoT. Корінь довіри зазвичай вважається серцем пристрою IoT.

Автентифікація пристрою. Кожен пристрій у мережі IoT повинен пройти процедуру автентифікації перед підключенням до шлюзу, щоб переконатися, що він не зламаний і йому можна довіряти.

Алгоритми шифрування. Щоб забезпечити високий рівень безпеки системи IoT, ви можете використовувати комбінацію симетричних і асиметричних алгоритмів шифрування. Наприклад, асиметричний алгоритм RSA і симетричний алгоритм Blowfish можуть бути добре реалізовані в апаратному забезпеченні IoT завдяки низькому енергоспоживанню.

Шифрування точка-точка. Дуже важливо шифрувати дані з моменту їх захоплення пристроєм Інтернету речей, доки ці дані не досягнуть точки дешифрування, наприклад шлюзу Інтернету речей або хмарного середовища.

### **Засоби безпеки для програмного забезпечення IoT**

Безпека маршрутизації. Шифрування та хешування таблиць маршрутизації з даними, що зберігаються в маршрутизаторі, а також підтримка багатопляхової маршрутизації даних допомагають покращити безпеку даних IoT і підвищити відмовостійкість мережі IoT.

Захист даних користувача. Щоб уникнути несанкціонованого доступу до системи та забезпечити конфіденційність даних користувача, ви повинні встановити механізми автентифікації та перевірки особи у своєму програмному забезпеченні IoT.

Списки контролю доступу (ACL). Ще одним корисним рішенням для захисту додатків IoT є створення списків керування доступом (ACL), які містять політики та вказівки щодо дозволів для того, хто може отримати доступ до мережі IoT. Списки керування доступом можуть надавати доступ до системи або блокувати її для внутрішніх і зовнішніх користувачів системи.

Брандмауери. Додатковим заходом безпеки є встановлення брандмауерів. Це рішення використовується для блокування несанкціонованого доступу та спроб журналювання, якщо механізми автентифікації та ACL вийшли з ладу або зламані.

Програми захисту. Антивірусні та антишпигунські програми можуть бути додатковим заходом безпеки, який може врятувати систему IoT від потенційних зловмисних атак.

Наведений вище список елементів керування безпекою можна змінювати залежно від потреб кожного конкретного проекту IoT. Крім усіх засобів контролю безпеки, ви та ваша команда розробників програмного забезпечення повинні регулярно проводити сесії з оцінки ризиків і довірчого управління.

### **Аналітика та візуалізація даних IoT**

Пропонувати послуги аналізу та візуалізації даних IoT необов'язково, але це може дати вам конкурентну перевагу. Однак такі послуги можуть вимагати більше зусиль від вашої команди розробників програмного забезпечення, оскільки звичайні інструменти бізнес-аналітики та аналітики можуть не підтримувати аналіз даних IoT через неструктурований характер даних IoT.

У цьому випадку ми віддаємо перевагу сервісу AWS IoT Analytics. Він автоматизує всі етапи аналізу даних IoT. Цей сервіс також підключається до Amazon QuickSight, який дозволяє візуалізувати дані за допомогою алгоритмів машинного навчання. Неструктуровані дані IoT надходять у необробленому форматі та можуть мати прогалини та помилкові показання, а AWS IoT Analytics очищає дані перед виконанням подальшого аналізу.

Ключові переваги служб аналізу даних IoT:

- Дані IoT не просто збираються, але й генерують уявлення та допомагають клієнтам краще побачити відчутну цінність їх мережі IoT.
- Збагачення аналізу даних IoT даними із зовнішніх джерел, наприклад прогнозів погоди, може допомогти клієнтам передбачити, як регулювати температуру вдома.
- Функціонал аналізу даних IoT також може дозволити клієнтам підвищити ефективність свого дому, бачачи закономірності в продуктивності домашніх пристроїв.

Останнім аспектом розробки програмного забезпечення для розумного дому є унікальний дизайн UI/UX, який може або привернути клієнтів, або відштовхнути їх.

UI/UX дизайн у розробці домашньої автоматизації

Користувачі очікують вдосконаленого дизайну інтерфейсу користувача/UX від рішень автоматизації розумного будинку. Завантажуючи нову цифрову банківську програму зі свого традиційного банку, користувачі можуть пробачити певні недоліки дизайну, якщо програма виконує важливі банківські послуги. Але коли мова йде про програмне забезпечення для розумного дому, користувачі очікують чогось іншого та футуристичного. У той же час вони очікують, що додаток буде зручним і корисним.

Важливим аспектом, який відрізняє дизайн домашньої автоматизації IoT від проектування інших рішень, є прямий зв'язок між цифровим і фізичним світами. Розробникам потрібно знайти способи зробити так, щоб програмне забезпечення IoT полегшувало використання фізичних пристроїв IoT, а не викликало плутанину.

Скевоморфний дизайн більше не є варіантом, але принаймні невелика схожість між цифровим і фізичним світом IoT повинна бути збережена.

Наприклад, у додатку, який ми розробили для нашого клієнта, дизайнери відобразили термостат так, як він виглядає у фізичному світі, щоб користувачі інтуїтивно зрозуміли, як збільшити або зменшити температуру в своєму домі. І, природно, вони вирішили позначити функцію управління світлом за допомогою лампочки.

Ми підготували кілька порад, які допоможуть вам створити належний дизайн інтерфейсу користувача/користувача користувача для програмного забезпечення IoT:

– Включіть чітку адаптацію користувача. Налаштування середовища IoT може бути проблемою для нетехнічних користувачів, тому ваше завдання – зробити їхню подорож максимально зрозумілою та простою. Ви можете включити захоплюючі аудіо- та візуальні елементи в дизайн вашої системи домашньої автоматизації, які направлятимуть користувачів через процес адаптації.

– Зробіть свій дизайн інклюзивним. Якщо припустити, що ви хочете надати свої продукти IoT якомога більшій кількості людей, вам потрібен інклюзивний дизайн. Наприклад, дуже важливо зробити ваше програмне забезпечення зрозумілим для людей із вадами зору або глухими.

– Додайте інтерактивні чат-боти для вирішення проблем. Щоб зменшити рівень розчарування користувачів, коли вони стикаються з проблемами своїх розумних домашніх пристроїв, ви можете створити інтерактивний чат-бот, який легко знайти. Приділяти особливу увагу розробці функцій усунення несправностей має вирішальне значення для програмного забезпечення IoT, оскільки простого екрана з інструкціями у звичайному тексті або просто кнопки для запиту підтримки може бути недостатньо.

– Вибирайте футуристичні кольори, форми та шрифти. Пристрої IoT асоціюються з технологіями майбутнього, тому було б чудово, щоб ваше програмне забезпечення виглядало футуристично, як ми зробили з додатком ConnectHome.

Поєднання технологій хмарних обчислень, належного контролю безпеки та привабливого дизайну UI/UX може допомогти вам розробити надійне програмне забезпечення IoT. Але обов'язково зосередьтеся також на апаратних компонентах, щоб ваші клієнти могли якомога плавніше поєднувати фізичний і цифровий світи. Обов'язково довірте свій IoT-проект надійному та досвідченому партнеру з розробки програмного забезпечення, який має продуктове мислення.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU; Досліджена система мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання мережного керування помешканнями з використанням протоколу Modbus/RTU. 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

**М.Тимчук, магістр гр. КН-22М-2***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ, ОБРОБКИ ТА ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ОБ'ЄКТУ МОНІТОРИНГУ У МЕРЕЖІ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Об'єктом дослідження є процес збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Предметом дослідження є методи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Методи дослідження базуються на методах теорії телекомунікацій, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у 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.** Чимала кількість промислових виробництв має розподілений характер. Під розподіленістю розуміється територіальний поділ функціональних виробничих ділянок-вузлів, що реалізують технологічні функції, і їхня територіальна далекість від центрального вузла – ядра системи, у якому приймається те або інше рішення про порядок реалізації технологічного циклу. З обліком істотної географічної розподіленості вузлів технологічного виробництва, їхнього великого числа, складності реалізованих ними функцій, завдання приймаче-передачі, обробки первинних даних і вироблення відповідного керуючого рішення може бути досить складним. Тому дистанційний моніторинг і управління віддаленими об'єктами – досить важливе й актуальне завдання, рішення якого складається із двох аспектів:

- принципове рішення про метод, спосіб збору первинних даних з об'єктів контролю й управління, і передачі їх у центральний вузол системи (диспетчерський пункт);
- технічного рішення про систему дистанційного моніторингу й управління, що реалізує вище позначені принципи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.

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

- Огляд існуючих систем збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.
- Дослідження системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.
- Програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.

*Об'єктом дослідження* є процес збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.

*Предметом дослідження є методи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі.*

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

**Виклад основного матеріалу.** Через широке поширення телемеханічних систем з використанням SCADA (WebSCADA), слід зазначити наступні особливості застосування цих програмно-апаратних систем:

- програмно-апаратне рішення припускає, як мінімум, двосерверну конфігурацію. При цьому один із серверів (SCADA), будучи пов'язаним із пристроями (контролерами) нижнього рівня по виділених каналах зв'язку (в основному, електричні сигнали промислових стандартів: струм, напруга, послідовні імпульсні/цифрові інтерфейси), виконує функції приймаче-передачі, обробки, візуалізації, зберігання даних. Інший сервер (WebSCADA), реалізований на базі виділеного Internet-сервера зі статичною IP-адресою й пов'язаний з першим згаданим сервером по каналах Intranet/Internet, реалізує «експозицію» даних в Web, тобто приймаче-передачу їхнім віддаленим користувачам. Дана двосерверна конфігурація не є оптимальною з погляду компактності, функціональності й вартості;

- тип устаткування, установлюваного на нижньому рівні системи, строго застережений у відповідному переліку SCADA, і пов'язаний з набором установлюваних на нижньому рівні пристроїв і їхніх драйверів. Це, у свою чергу, вводить обмеження по номенклатурі застосовуваної апаратної частини;

- кількість точок введення/виводу даних на нижньому рівні системи, так само як і кількість точок доступу до даних системи, строго регламентується придбаними програмними засобами й ліцензіями. Розширення системи у всіх відносинах може бути пов'язане з істотною переконфігурацією, придбанням додаткового програмного забезпечення, драйверів, ліцензій, що істотно стримує подальший розвиток телемеханічної системи.

У силу відзначених особливостей і обставин застосування SCADA (WebSCADA) у телемеханічних системах характеризується громіздкістю, надмірністю архітектури й програмно-апаратного забезпечення, що є принциповим недоліком.

Відомий спосіб телемеханічного контролю й управління, відповідно до якого збір первинних даних і прикінцеве управління об'єктом здійснюють за допомогою мікропроцесорного блоку управління, зв'язаного із засобом приймаче-передачі сигналів по каналі стільникового зв'язку, приймаче-передачу даних здійснюють із мобільних телефонів осіб, що приймають рішення [1].

Недоліки зазначеного способу наступні:

- застосування мікропроцесорного блоку з обмеженою функціональністю не дозволяє приймати з об'єкту масив його сигналів, що характеризують;

- застосування загального поняття «канал стільникового зв'язку» не дозволяє оцінити якість і ефективність приймаче-передачі даних;

- застосування як засіб приймаче-передачі даних на стороні пункту управління мобільного телефону істотно обмежує функціональність системи й позбавляє спосіб і його систему, що реалізує, необхідної обробки даних, що не задовольняє вимогам більшості промислових систем.

Відомий спосіб телемеханічного контролю й управління, застосовуваний для контролю й регулювання режиму роботи трубопроводу, у якому збір інформації реалізують за допомогою вузла засобів вимірів і мікропроцесорного контролера, передачу первинних даних від контрольованого пункту до пункту управління здійснюють за допомогою застосування радіомодемів, як пристрій збору й обробки даних у пункті управління використовують комп'ютерну станцію [2].

Спосіб можна охарактеризувати наступними недоліками:

- у способі не простежується уніфікація системи збору даних і управління, застосування первинної апаратури орієнтовано на збір даних про режим роботи трубопроводу;

– використання виділеного радіоканалу не є оптимальним рішенням в умовах існування покриття територій стандартним стільниковим зв'язком, наприклад GSM 900/1800;

– застосування як пристрій збору даних і управління відособленої локальної комп'ютерної станції не дозволяє організувати перегляд і обробку даних на інших комп'ютерних станціях, що мають вихід у локальні або глобальні комп'ютерні мережі.

Відомий спосіб телемеханічного контролю й управління, застосований для моніторингу й управління станом станцій катодного захисту Тверца-900 «Тверца монітор», у якому збір первинних даних про стан об'єктів роблять із використанням мікропроцесорної вимірювальної системи, а передачу даних у диспетчерський пункт – за допомогою приймаче-передачі. SMS по каналі стільникового радіозв'язку GSM 900/1800 [3].

Згаданому способу властиві наступні недоліки:

– застосування як інформаційні посилки SMS по радіоканалу GSM 900/1800 обмежує функціональні можливості системи;

– застосування як пристрій збору й обробки даних відособленої локальної комп'ютерної станції не дозволяє масштабувати систему збору, обробки даних і дистанційного управління об'єктами на інші комп'ютерні станції, включені в локальні або глобальні комп'ютерні мережі.

Відома система телемеханічного контролю й управління, що містить спеціалізований блок сполучення для збору інформації про стан віддаленого об'єкту, а також прийому даних від блоку контролю й управління, передачі даних про об'єкт по каналі стільникового зв'язку й стабілізації контрольованого параметра [4].

Недоліки згаданої системи телемеханічного контролю й управління:

– мала розмірність кількості входів блоку сполучення не дозволяє вводити масив сигналів, що характеризують об'єкт;

– обмежена функціональність блоку сполучення, що дозволяє реалізувати тільки режим стабілізації одного з параметрів об'єкту;

– відсутність функцій обробки й перетворення даних у блоці сполучення й блоці контролю й управління;

– застосування загального поняття «канал стільникового зв'язку» не дозволяє оцінити якість і ефективність приймаче-передачі даних;

– обмежена функціональність блоку контролю й управління, при цьому не ясні функції по візуалізації даних, їх приймаче-передачі на інші вузли прийняття рішень, використанню для цього комп'ютерних мереж як локальних, так і глобальних.

У підсумку, наведені відомості по системі не дозволяють оцінити ефективність застосування (якщо це має місце) SCADA (WebSCADA) у цьому випадку.

Відома система телемеханічного контролю й управління, що містить контролери для збору даних і прикінцевого управління об'єктом, радіоканал для приймаче-передачі даних з пункту управління, модеми, установлені на прикінцевих сторонах радіотракту й підключені в пункті управління до комп'ютерних станцій [5].

Однак описаній системі властиві наступні недоліки:

– збір даних з контрольованих пунктів виробляється тільки при використанні аналогових і дискретних входів і не припускає роботу зі стандартними цифровими інтерфейсами (RS-232, RS-485, CAN);

– складна архітектура реалізації вказує на застосування необґрунтовано складних способів приймаче-передачі даних;

– використання виділеного радіоканалу не є оптимальним рішенням в умовах існування покриття територій стандартним стільниковим зв'язком, наприклад GSM 900/1800;

– використання на обох сторонах приймаче-передачі даних спеціалізованих модемів ускладнює архітектуру системи й підвищує витрати як при проектуванні, так і при експлуатації;

– обмеженість функцій приймаче-передачі, візуалізації, обробки й зберігання даних у пункті управління, не розкриті ці функції при використанні комп'ютерних локальних і глобальних мереж.

У підсумку, наведені відомості по системі не дозволяють оцінити ефективність застосування (якщо це має місце) SCADA (WebSCADA) у цьому випадку.

Відома система телемеханічного контролю й управління, реалізована програмно-технічним комплексом «СКАТ-4» і застосовувана для моніторингу й управління розподіленими об'єктами, що містить вимірювальний комплекс як засіб збору первинних даних, виділені фізичні лінії, які можуть бути використані як засоби приймаче-передачі даних з нижнього на верхній рівень, виділені/ телефонні лінії, що комутируються, виділені радіоканали, GSM GPRS, локальні комп'ютерні станції для збору й обробки даних, підключені за допомогою локальних мереж до комутаційного, комунікаційному серверам і серверу бази даних [6].

Недоліки згаданої системи:

– використання єдиного протоколу інформаційного обміну для різних комунікаційних середовищ приймаче-передачі даних з нижнього рівня на верхній є надлишковим стосовно різних типів інтерфейсів;

– архітектура системи містить велику кількість серверів, що реалізують різні функції, пов'язаних з розподіленою SCADA. Загалом, система характеризується надмірністю, громіздкістю, низькими функціональністю й надійністю;

– відсутність масштабування автоматизованих робочих місць диспетчерів у глобальні комп'ютерні мережі, тим більше, без придбання додаткових ліцензій.

Найбільш близьким технічним рішенням для способу, прийнятим за прототип, є спосіб [7], використовуваний при телеметрії, телесигналізації й телеуправлінні в області об'єктів електричних мереж, і полягає в тому, що:

– установлюють на віддалених об'єктах контролери телемеханіки;

– використовують спеціальні комунікатори, що формують масив аналогових, дискретних і цифрових первинних даних;

– використовують комунікатори масиву вихідних команд для управління станом об'єктів;

– використовують термінали GSM, які реєструють в GSM мережі й, використовуючи сервіс GPRS, підключають до Internet через шлюз оператора стільникового зв'язка;

– приймаче-передачу даних здійснюють із використанням протоколу на основі стека TCP/IP;

– використовують Internet-сервер з виділеною статичною IP-адресою;

– використовують сервери збору й обробки даних;

– програмне забезпечення сервера формують із сервера каналів, конфігуратору сервера каналів, сервера опитування, конфігуратору сервера опитування, модуля телемеханіки й управління, конфігуратору контролерів, бази даних, сервера звітів, WEB сервера;

– автоматизоване робоче місце оператора оснащують спеціальним програмним продуктом, що забезпечує обмін з Internet-сервером, візуалізацію даних та інші сервісні функції;

– забезпечують доступ до перегляду даних про віддалені об'єкти.

Прототипу властиві наступні недоліки:

– велика кількість програмних продуктів, що становлять програмно-апаратний комплекс, не є оптимальним;

– Internet-сервер і інші програмні засоби вимагають істотних апаратних ресурсів (не виключене їхнє розміщення на декількох серверних станціях), що ускладнює архітектуру системи, зменшує швидкодію, знижує надійність, збільшує її вартість;

– для відображення інформації про стан віддалених об'єктів необхідно використовувати спеціальну програму автоматизованого робочого місця, що може бути

встановлена на обмеженій кількості комп'ютерних станцій, за умови придбання відповідних ліцензій.

Загальні ознаки опису [7] дозволяють судити про те, що в цьому випадку як ядро системи використовується програмно-апаратний комплекс із використанням компонентно розподіленої SCADA (WebSCADA). Тому всі перераховані недоліки способу можна віднести до принципового стосовно SCADA (WebSCADA).

Як прототип системи обраний телемеханічна система контролю й управління, застосовувана в промисловості [8].

Ієрархія описуваної системи трьохрівнева. На першому рівні системи телемеханіки – верстатах, насосних установках, пунктах обліку теплової й електричної енергії – установлюються вимірювально-обчислювальні комплекси «МЕГА». Вони роблять збір даних з об'єкту контролю й управління, передають дані по каналі GSM GPRS на контролер зв'язку, установлений на другому ієрархічному рівні системи й підключений до сервера збору даних і управління. Інформація про об'єкти доступна диспетчерам, фахівцям і керівникам на автоматизованих робочих місцях (АРМ), що представляють третій рівень ієрархії. Масив комп'ютерних станцій АРМ підключається до сервера збору даних і управління з використанням провідних каналів зв'язку. Загальний потік даних від об'єкту до диспетчера (фахівцеві, керівникові), таким чином, проходить наступні програмно-апаратні вузли: дані від об'єкту (перший рівень) – комплекс «МЕГА» (перший рівень) – канал зв'язку GSM GPRS – контролер зв'язку (другий рівень) – сервер збору даних і управління (другий рівень) – масив АРМ (третій рівень).

Програмне забезпечення сервера збору даних і управління, а також автоматизованих робочих місць (АРМ) являє собою компонентно-розподілену SCADA (WebSCADA).

Однак принципи побудови й функціонування розглянутої телемеханічної системи не вільні від недоліків:

- недостатня в описі системи інформація про тип використовуваного програмного протоколу пакетної передачі даних не дозволяє однозначно судити про ефективність застосованих принципів маршрутизації, адресації й захисти даних, уніфікації цього рішення стосовно існуючих стандартних мережних протоколів;

- використання SCADA припускає необхідність добірки, установки й налаштування на комп'ютерах АРМ відповідної операційної системи, драйверів і іншого спеціалізованого програмного забезпечення;

- інформація, що надходить із об'єктів контролю й управління, доступна тільки для обмеженої групи користувачів, на комп'ютерах яких зроблені всі відповідні налаштування.

Застосовувані SCADA (WebSCADA) можуть бути власною розробкою, або розробкою відомих фірм. При цьому потрібно мати на увазі, що процес розробки SCADA досить складний і вимагає істотних часових і фінансових витрат, що не може не відбитися на вартості готового програмного продукту. Тобто локальність розглянутої системи спричиняє необхідність придбання відповідних ліцензій.

Таким чином, при використанні SCADA (WebSCADA) формується система, розрахована на роботу з обмеженою кількістю пристроїв нижнього й верхнього рівнів. Використання SCADA (WebSCADA) має на увазі розміщення її на декількох програмно-апаратних серверах, вимагає істотних обчислювальних ресурсів, компонується з безлічі програмних модулів, що, у підсумку, спричиняється її громіздкість, схильність помилкам і збоєм, відносно повільне виконання функцій.

Також подібні системи характеризуються обмеженням кількості точок доступу до даних (станцій оператора, диспетчерських пунктів), що не завжди є зручним – диспетчер може переглянути всю необхідну інформацію про об'єкти контролю й управління тільки зі свого АРМ.

Завданням справжнього винаходу є створення компактної, функціональної й надійної телемеханічної системи з необмеженою кількістю точок регламентованого доступу до

інформації про стан віддалених об'єктів шляхом виключення SCADA (WebSCADA) з реалізації проекту за рахунок:

- введення в архітектуру системи єдиного сервера телемеханіки, реалізованого на базі виділеного Internet-сервера зі статичним IP-адресою, що одночасно забезпечує приймаче-передачу й обробку даних як на віддалені об'єкти контролю й управління, так і на автоматизовані робочі місця віддалених користувачів (функціонально сполученого в одному блоці);

- організації необмеженого регламентованого віддаленого доступу до інформації про стан об'єктів контролю й управління, при використанні стандартних Internet-браузерів, з можливістю контролю доступу й захисту інформації в порядку класифікації імен користувачів і застосування системи паролів.

Технічний результат полягає в забезпеченні можливості реалізації ефективного дистанційного моніторингу й управління станом віддалених об'єктів при використанні недорогих каналів зв'язку GSM GPRS, стека протоколів TCP/IP, програмно-апаратного забезпечення мережі Internet, єдиного сервера телемеханіки, виконаного шляхом функціонального сполучення сервера збору даних і управління й виділеного Internet-сервера зі статичним IP-адресою, на одній програмно-апаратній платформі, комплексу серверних програмних засобів, встановленого на єдиному сервері телемеханіки й виконуючої функції візуалізації, обробки й зберігання даних, що забезпечує архітектурну й програмно-апаратну компактність ядра телемеханічної системи, підвищує її швидкодія, розширює функціональність, знижує вартість розробки й експлуатації, підвищує практична зручність при використанні, що, у підсумку, вигідно відрізняє дану систему від аналогів.

Технічний результат досягається застосуванням способу телемеханічного контролю й управління, що полягає в тому, що:

- на кожний віддалений об'єкт встановлюють контролери телемеханіки, що представляють собою в справжній системі контролери телеуправління;

- за допомогою контролерів телеуправління збирають масиви даних по аналогових, дискретних і цифрових інтерфейсах (RS-232, RS-485, CAN), а також реалізують віддалене управління;

- використовують автоматизовані робочі місця;

- для приймаче-передачі даних між сервером телемеханіки й контролерами телеуправління використовують протокол на основі стека TCP/IP;

- у центрі збору й обробки даних встановлюють єдиний сервер телемеханіки, що реалізують на базі виділеного Internet-сервера зі статичним IP-адресою, шляхом сполучення функцій приймаче-передачі даних з нижнього рівня системи на верхній, на одній програмно-апаратній платформі;

- на єдиному сервері телемеханіки встановлюють комплекс серверних програмних засобів для одночасного виконання функцій як по приймально-передачі, так і по візуалізації, обробці й зберігання даних;

- перегляд даних про віддалені об'єкти й видачу команд управління організують при використанні стандартних Web-браузерів із завданням IP-адреси єдиного сервера телемеханіки;

- доступ до перегляду даних і видачі команд управління на віддалені об'єкти при використанні стандартних Web-браузерів регламентують системою імен користувачів (login) і паролів (password);

- як канали зв'язку єдиного сервера телемеханіки, віддалених контролерів телеуправління й автоматизованих робочих місць використовують лінії Internet.

Описаний спосіб може бути реалізований телемеханічною системою контролю й управління віддаленими об'єктами, що містить властиво віддалені об'єкти, контролери телеуправління з інтегрованими модемами GSM GPRS, канали периферійного зв'язку, антенно-фідерні пристрої контролерів телеуправління, GSM GPRS-канали приймаче-передачі даних з використанням програмного протоколу на основі стека TCP/IP, антенно-

фідерні пристрої мобільного оператора, GSM GPRS-сервер мобільного оператора зв'язку, сервер збору даних і управління, виділений Internet-сервер зі статичним IP-адресою, автоматизовані робочі місця, а також комплекс серверних програмних засобів, Internet-канал зв'язку, що забезпечує обмін даними між GSM GPRS сервером мобільного оператора зв'язку, сервером збору даних і управління й автоматизованих робітників місцями, при цьому:

- сервер збору даних і управління функціонально сполучений з виділеним Internet-сервером зі статичною IP-адресою, з одержанням єдиного сервера телемеханіки;
- комплекс серверних програмних засобів установлений на єдиному сервері телемеханіки й реалізований засобами Web-програмування;
- комплекс серверних програмних засобів складається з підпрограми приймаче-передачі й підпрограми візуалізації, обробки, зберігання даних;
- дана система забезпечує необмежену кількість точок регламентованого доступу до інформації про віддалені об'єкти, при використанні стандартних Web-браузерів із завданням IP-адреси єдиного сервера телемеханіки, застосування системи імен користувачів (login) і паролів (password).

Технічний результат забезпечується тим, що:

- збір даних і управління віддаленими об'єктами здійснюється контролерами телеуправління з використанням периферійних каналів зв'язку. Приймаче-передача даних здійснюється з використанням інтегрованих у контролери телеуправління модемів GSM GPRS і відповідних антенно-фідерних пристроїв. Контролери телеуправління використовують доступні недорогі канали зв'язку GSM GPRS, стек протоколів TCP/IP, що дозволяє застосовувати для приймаче-передачі даних програмно-апаратні засоби каналів зв'язку мережі Internet;

– GPRS-сервер мобільного оператора зв'язку здійснює приймаче-передачу, адресацію й маршрутизацію пакетів даних у системі протоколу TCP/IP каналів зв'язку Internet, що дозволяє організувати наскрізний обмін даними між віддаленими контролерами телеуправління і єдиним сервером телемеханіки, із забезпеченням високої швидкості й вірогідності передачі даних;

– сполучення на єдиній програмно-апаратній платформі серверних апаратних засобів (єдиного сервера телемеханіки) і комплексу серверних програмних засобів, що складає з підпрограм приймаче-передачі, візуалізації, обробки й зберігання даних і виконаного при використанні Web-програмування, дозволяє сформуванню оптимальне по обсязі, функціональності, надійності й швидкодії ядро телемеханічної системи, що принципово вигідно відрізняє розглянуту систему від архітектур з використанням SCADA;

– компонування ядра системи на єдиному сервері телемеханіки дозволяють масштабувати систему (підключати додаткові пристрої нижнього й верхнього рівнів приймаче-передачі даних) телемеханіки за умови мінімальних додаткових програмно-апаратних, матеріальних і трудових витрат;

– дана система забезпечує необмежену кількість точок регламентованого доступу до інформації про віддалені об'єкти, при використанні стандартних Web-браузерів із завданням IP-адреси єдиного сервера телемеханіки, застосування системи імен користувачів (login) і паролів (password).

У підсумку, застосування заявляються способу й телемеханічної системи дозволяє здійснити ефективний дистанційний моніторинг і управління віддаленими об'єктами.

Архітектура телемеханічної системи контролю й управління віддаленими об'єктами, містить:

- властиво віддалені об'єкти;
- контролери телеуправління з інтегрованими модемами GSM GPRS;
- канали периферійного зв'язку;
- антенно-фідерні пристрої контролерів телеуправління;
- GSM GPRS канали приймаче-передачі даних;
- антенно-фідерні пристрої мобільного оператора;



- GSM GPRS сервер мобільного оператора зв'язку;
- Internet-канал зв'язку;
- єдиний сервер телемеханіки із установленим на ньому комплексом серверних програмних засобів, що складають із підпрограми приймаче-передачі даних і підпрограми візуалізації, обробки й зберігання даних;
- канали зв'язку Intranet/Internet;
- автоматизовані робочі місця.

Контролери телеуправління через канал периферійного зв'язку зчитують дані й здійснюють прикінцеве управління віддаленими об'єктами (по аналогових, дискретних входах і цифрових інтерфейсах).

На початку своєї роботи контролери телеуправління при використанні антенно-фідерних пристроїв виявляють мережа стандарту GSM 900/1800, формують запити реєстрації через антенно-фідерні пристрої й GPRS сервер мобільного оператора на єдиний сервер телемеханіки, використовуючи протокол TCP/IP Internet-каналу зв'язку. Єдиний сервер телемеханіки має статична адреса й порт у системі адресації TCP/IP. При реєстрації на єдиному сервері телемеханіки кожний контролер телеуправління одержує динамічну адресу й порт у системі адресації TCP/IP, ця адреса єдиний сервер телемеханіки зберігає як ідентифікатор контролера телеуправління протягом усього сеансу зв'язку. Після реєстрації на єдиному сервері телемеханіки контролер телеуправління готовий до передачі даних про режим і параметри роботи віддаленого об'єкту, а також до прийому команд управління від станцій автоматизованих робочих місць через єдиний сервер телемеханіки.

Для втримання каналу зв'язку, через певні інтервали часу, контролер телеуправління формує тестові посилки KEEPER ALIVE на єдиний сервер телемеханіки.

У процесі роботи контролер телеуправління регулярно оновлює дані про режим і параметри роботи віддаленого об'єкту. У контролері телеуправління можуть бути реалізовані спеціалізовані алгоритми обробки даних: аналогова/цифрова фільтрація, функція прийому даних при нестабільній відповіді віддаленого об'єкту через цифрові інтерфейси, а також функції «ковзного середнього» для основних параметрів її роботи. Отримані дані передаються через певні інтервали часу, які формує єдиний сервер телемеханіки, направляючи запити в контролер телеуправління. Крім того, у системі телемеханіки може бути організований позачерговий запит даних, по команді з автоматизованого робочого місця, що має право такого запиту. Режим роботи віддалених об'єктів також може бути змінений по команді з автоматизованого робочого місця, що має право реалізації команд управління. Зв'язок автоматизованих робочих місць із єдиним сервером телемеханіки здійснюється по каналі зв'язку Intranet/Internet.

У випадку виникнення певних подій (відкриття/закриття двері об'єкту, включення/вимикання живлення  $\sim 220$  В, 50 Гц, виникнення помилки віддаленого об'єкту) контролер телеуправління самостійно ініціює й формує інформаційні посилки на єдиний сервер телемеханіки. Робота й приймаче-передача даних від контролера телеуправління у випадку вимикання живлення  $\sim 220$  В, 50 Гц здійснюється при використанні резервного джерела живлення (акумулятора).

Дані, що приходять від масиву «віддалені об'єкти – контролери телеуправління», обробляються в комплексі серверних програмних засобів єдиного сервера телемеханіки. Цей програмний комплекс, що складається з підпрограми приймаче-передачі даних і підпрограми їхньої візуалізації, дозволяє приймати, обробляти, візуалізувати, зберігати дані по кожній обліковій точці віддалених об'єктів.

Єдиний сервер телемеханіки має статична адреса й порт у системі адресації TCP/IP, що дозволяє реалізувати реєстрацію й доступ до підпрограми приймаче-передачі даних, що організує зв'язок з масивом контролерів телеуправління, і організувати доступ до підпрограми візуалізації даних, що забезпечує зв'язок з масивом станцій автоматизованих робочих місць. У результаті диспетчер (фахівець, керівник) може переглянути дані про кожний віддалений об'єкт, задавши IP-адресу в рядку власного браузера станції

автоматизованого робочого місця, увівши ім'я (login) і пароль (password). При цьому відкривається екранна форма WEB-інтерфейсу, що надає функції перегляду, обробки даних по кожному віддаленому об'єкті, а також функції управління (залежить від прав користувача).

Таким чином, що заявляються спосіб телемеханічного контролю й управління віддаленими об'єктами й телемеханічною системою припускають проходження даних через три наступні рівні перетворення: об'єкти (перший рівень) – контролер телеуправління (перший рівень) – канал зв'язку GSM GPRS – сервер GPRS мобільного оператора (другий рівень) – єдиний сервер телемеханіки, підпрограма приймаче-передачі даних комплексу серверних програмних засобів (другий рівень) – єдиний сервер телемеханіки, підпрограма візуалізації, обробки й зберігання даних комплексу серверних програмних засобів (третій рівень) – автоматизоване робоче місце (третій рівень).

Єдиний сервер телемеханіки дозволяє сполучити в одному функціональному блоці другий і третій рівні приймаче-передачі даних в архітектурі системи й, таким чином, на одній програмно-апаратній платформі одночасно реалізувати як функції приймаче-передачі даних від контролерів телеуправління віддалених об'єктів, так і функції обробки, передачі цих даних на автоматизовані робочі місця віддалених користувачів. При цьому введення й вивід даних з єдиного сервера телемеханіки на різні рівні ієрархії телемеханічної системи здійснюється з використанням каналів зв'язку Internet, що також є принциповою відмінністю способу і його телемеханічної системи, що реалізує.

Використання контролерів телеуправління, що перетворюють дані з контрольованих об'єктів в IP-пакети, з наступною передачею по GSM GPRS-каналі на єдиний сервер телемеханіки зі статичною IP-адресою, на якій встановлений комплекс серверних програмних засобів з підпрограмою приймаче-передачі й підпрограмою їхньої візуалізації, дозволяє здійснити прямий доступ інформації від віддалених об'єктів контролю й управління на загальнодоступний виділений Internet-сервер. При цьому сполучення програмно-апаратних функцій приймаче-передачі, обробки, візуалізації й зберігання даних на єдиному виділеному Internet-сервері телемеханіки забезпечує компактність і функціональність архітектури. У той же час використання SCADA має на увазі розміщення її на декількох програмно-апаратних серверах, вимагає істотних обчислювальних ресурсів, компонується з безлічі програмних модулів, що, у підсумку, спричиняється її громіздкість, схильність помилкам і збоям, відносно повільне виконання функцій, при відносно високій вартості відповідних компонентів і ліцензій.

Обмін даними по GSM GPRS-каналах відповідає вимогам, пропонованим до автоматизованих систем, таким як вірогідність, надійність, якість передачі даних. Це дозволяє робити моніторинг розподілених (віддалених) об'єктів і вчасно формувати керуючі сигнали.

Комплекс серверних програмних засобів, що складає з підпрограми приймаче-передачі й підпрограми візуалізації, обробки й зберігання даних, виконує функції громіздк і дорогої SCADA і дозволяє виключити її із проекту. При цьому він реалізований засобами Web-програмування й володіє набагато більше оптимальними показниками за комплексним критерієм «функціональність – програмно-апаратні витрати – продуктивність».

Віддалений доступ до даних і формування керуючих команд на віддалені об'єкти контролю й управління в телемеханічній системі реалізований на основі класифікації імен користувачів (login) і застосування системи паролів (password).

Техніко-економічна перевага пропонованого підходу полягає в тому, що реалізація системи як готового програмно-апаратного рішення для збільшення кількості автоматизованих робочих місць віддалених користувачів і розширення кількості логінів і паролів доступу до системи не вимагає додаткового придбання ліцензій. Таким чином, доступ до даних стає необмеженим.

Справжній спосіб і його система, що реалізує, дозволяють одержати ефективний засіб моніторингу й управління віддаленими об'єктами, що працюють у режимі реального часу, при скороченні часу й витрат на розробку телемеханічної системи, оптимізації її роботи.

У підсумку, використання пропонованого способу й телемеханічної системи для його здійснення дозволяють створювати надійні системи з необмеженою кількістю точок регламентованого доступу до інформації.

### Розробка структурної схеми

Розроблювальне в даному магістерському проекті програмне забезпечення відноситься до категорії продуктів WebSCADA.

Під цим терміном розуміється відображення інформації на екрані монітора в зрозумілій для людини формі стосовно до систем диспетчерського контролю й збору даних на основі web-технологій. Це дозволяє здійснювати функції диспетчеризації через стандартний браузер (наприклад Firefox, Opera).

Підключення клієнтів до розробленого програмного забезпечення через інтернет дозволяє їм взаємодіяти із прикладним завданням автоматизації як із простою web-сторінкою:

- Облік відпускання (споживання) теплової енергії й витрати енергоносіїв (води, пари, природного газу, кисню, стисненого повітря й ін.)
- Облік відпускання (споживання) електроенергії.
- Ваговий облік (устаткування ВНК).
- Телеметричний контроль режимів роботи електричних, теплових і газових мереж.
- Візуалізація оперативних і архівних параметрів
- Диспетчеризація
- Розрахунок параметрів (похідні від вимірів, наприклад, питомих витрат енергоносіїв).
- Формування звітних документів.

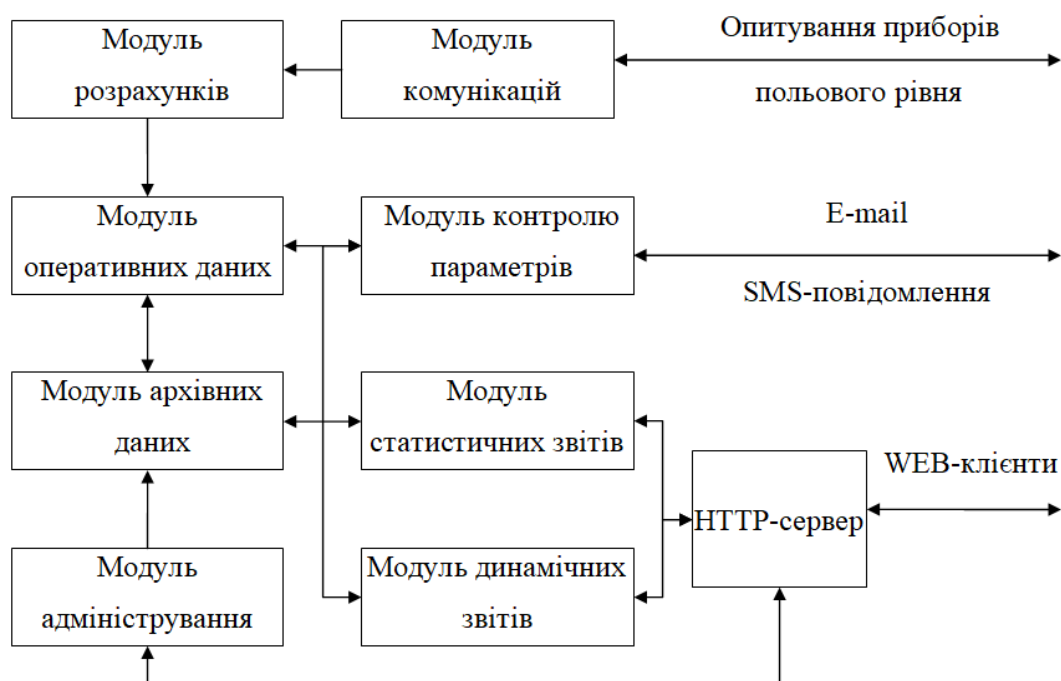


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Функціональні можливості:

- Побудова територіально розподілених систем диспетчеризації – ЦТП, ІТП, ваговий облік, об'єкти інженерної інфраструктури, АСУ будинків.
- Об'єднання інформації від різних локальних АСУ й забезпечення до неї доступу з будь-якого ПК у мережі Інтернет.

- WEB-інтерфейс у всіх режимах роботи.
- Робота з УСПД, лічильниками й витратомірами.
- Інтеграція до складу автоматизованих систем підприємства.
- СУБД (Oracle, PostgreSQL).

Структурний состав комплексу:

– Модуль комунікацій (поточні показання приладів обліку, архівні, автовідновлення даних).

- Модуль оперативних даних (оперативні значення, глибина регулюється).
- Модуль архівних даних (довгострокове зберігання, аналіз по періодах).
- Модуль обчислень (обробка даних, розрахунок додаткових параметрів).
- Модуль контролю параметрів (запис аварійних подій, розсилання повідомлень).
- Модуль адміністрування (настроювання комплексу, управління).
- Модуль статичних звітів (html, xls).
- Модуль динамічних звітів (графіки, тренди).

Підтримувані пристрої:

- комплекс енергопідрахунку ТЕКОН– 10-17 (TF1.1, TF1.2);
- теплорозраховувач МАГІКА (MODBUS RTU);
- теплорозраховувач ВКТ-7;
- теплорозраховувач Multical-МС601;
- ваговий комплекс ТЕНЗО-М (на базі вагового терміналу ТВ011).

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі; Досліджена система збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у 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. 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., Yenchey, 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., 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., 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.

УДК 004

Б.Шторгін, магістр гр. КІ-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ НАДАННЯ ДОСТУПУ ДО МЕРЕЖІ INTERNET СЕРВІС ПРОВАЙДЕРА

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

**Постановка проблеми.** Інтернет-провайдер (інтернет-провайдер) – це компанія, яка надає окремим особам і організаціям доступ до Інтернету та інших пов'язаних послуг. Інтернет-провайдер має обладнання та доступ до телекомунікаційної лінії, необхідні для того, щоб мати точку присутності в Інтернеті для географічної області, що обслуговується. Інтернет-провайдери надають клієнтам доступ до Інтернету, а також надають додаткові послуги, такі як електронна пошта, реєстрація домену та веб-хостинг. Інтернет-провайдери також можуть надавати різні типи підключення до Інтернету, наприклад кабельне та оптоволоконне. Підключення також може бути високошвидкісним ширококутовим або неширококутовим. Федеральна комісія зі зв'язку (FCC) стверджує, що для того, щоб вважатися високошвидкісним, з'єднання має мати швидкість завантаження не менше 25 мегабіт на секунду (Мбіт/с) і швидкість завантаження не менше 3 Мбіт/с. Інтернет-провайдера також іноді називають *постачальником доступу до Інтернету*. ISP також іноді використовується як абревіатура для *незалежного постачальника послуг*, щоб відрізнити постачальника послуг, який є окремою компанією від телефонної компанії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи надання доступу до мережі internet сервіс провайдера.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера.

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

- Огляд існуючих систем надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера.
- Дослідження системи надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера.
- Програмна реалізація системи надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера.

*Об'єктом дослідження* є процес надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера.

*Предметом дослідження* є методи надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера.

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

**Виклад основного матеріалу.** Інтернет-провайдери підключені до однієї або кількох ліній високошвидкісного Інтернету. Більші інтернет-провайдери мають власні високошвидкісні виділені лінії, тому вони менше залежать від телекомунікаційних послуг і можуть надавати кращі послуги своїм клієнтам.

Інтернет-провайдери також зберігають тисячі серверів у центрах обробки даних – кількість серверів залежить від зони обслуговування Інтернету. Ці великі центри обробки даних керують усім трафіком клієнтів. Кілька провайдерів також підключені до великих магістральних центрів маршрутизації.

Інтернет-провайдери згруповані в три рівні:

– **Інтернет-провайдери рівня 1.** Ці інтернет-провайдери мають найбільше глобальне охоплення та володіють достатньою кількістю фізичних ліній мережі, щоб передавати більшість трафіку самостійно. Вони також домовляються з іншими мережами рівня 1, щоб дозволити безкоштовному трафіку проходити до інших провайдерів рівня 1. Інтернет-провайдери рівня 1 зазвичай продають доступ до мережі Інтернет-провайдерам рівня 2.

– **Інтернет-провайдери рівня 2.** Ці провайдери мають регіональне або національне охоплення та є постачальниками послуг, які з'єднують провайдерів рівня 1 і рівня 3. Вони повинні придбати доступ до більших мереж рівня 1, але є рівноправними з іншими провайдерами рівня 2. Мережі рівня 2 зосереджені на споживачах і комерційних клієнтах.

– **Інтернет-провайдери рівня 3.** Ці провайдери підключають клієнтів до Інтернету за допомогою мережі іншого провайдера. Інтернет-провайдери рівня 3 використовують і платять провайдерам вищого рівня за доступ до послуг Інтернету. Вони зосереджені на забезпеченні доступу до Інтернету для місцевих підприємств і споживчих ринків.

#### **Інтернет-провайдери та різні види послуг**

Інтернет-провайдери надають такі інтернет-послуги:

– **Кабель.** У цій службі використовується коаксіальний кабель – той самий тип кабелю, який передає телебачення. Кабельний Інтернет має низьку затримку, що добре для користувачів, яким потрібна менша затримка або час затримки. Кабель має швидкість завантаження від 10 до 500 Мбіт/с і швидкість завантаження від 5 до 50 Мбіт/с.

– **Оптоволокно.** Оптоволоконний Інтернет використовує оптоволоконний кабель для передачі даних, щоб забезпечити набагато вищу швидкість порівняно з кабельною або цифровою абонентською лінією (DSL). Fiber має швидкість завантаження від 250 до 1000 Мбіт/с і швидкість завантаження від 250 до 1000 Мбіт/с. Клітковина корисна для онлайн-ігор та інших активних користувачів Інтернету.

– **DSL.** DSL підключає користувачів до Інтернету за допомогою телефонної лінії. Він широко доступний, але повільно замінюється більш надійними широкосмуговими з'єднаннями, такими як кабельне та оптоволоконне з'єднання. DSL є повільнішим і забезпечує швидкість завантаження від 5 до 35 Мбіт/с і швидкість завантаження від 1 до 10 Мбіт/с. Це хороший варіант для користувачів у сільській місцевості та тих, хто в основному переглядає веб-сторінки чи транслює телепередачі лише на одному пристрої.

– **Супутник.** Супутниковий доступ до Інтернету працює за допомогою супутників зв'язку. Наземні станції передають Інтернет-дані у вигляді радіохвиль до та від супутників, які, ймовірно, знаходяться на низькій навколосемній орбіті, і до віддалених наземних станцій. Satellite повільніший, зі швидкістю завантаження від 12 до 100 Мбіт/с і швидкістю завантаження 3 Мбіт/с, але це хороший варіант для користувачів у віддалених регіонах.

Більшість інтернет-провайдерів пропонують комбінацію цих послуг.

#### **Як вибрати провайдера**

Користувачі повинні вибрати провайдера на основі кількох факторів, зокрема таких:

– **Зона покриття.** Які провайдери пропонують послуги в регіоні користувача? Якщо користувач проживає в сільській місцевості, варіанти можуть бути обмежені.

– **Види пропонуванних послуг.** Окрім кабельного, оптоволоконного, DSL чи супутникового зв'язку, чи пропонує інтернет-провайдер безпеку в Інтернеті? Безкоштовний доступ до електронної пошти? Хостинг для сайтів? Як щодо сітчастого Wi-Fi? Переконайтеся, що пропозиції інтернет-провайдера відповідають потребам користувача.

– **Швидкість завантаження та завантаження.** Чи буде користувач грати в онлайн-ігри чи працювати вдома та використовувати відеотелеконференції? Обидва потребують різного рівня обслуговування. Наприклад, для потокової передачі відео 4K потрібна пропускну здатність не менше 25 Мбіт/с.

– **Ціноутворення.** Чи поєднує провайдер таких послуг, як Інтернет, телефон і телебачення, і якщо так, чи економить об'єднання послуг? Чи є якісь обмеження даних? Що щодо вартості обладнання? Чи є договір?

– **Рейтинг задоволеності споживачів.** Перевірте рейтинги постачальників в неупереджених джерелах.

### **Вимоги до пропускну здатності для різних мультимедійних і голосових функцій**

Інтернет-провайдери можуть зменшувати або сповільнювати швидкість Інтернету користувача, щоб регулювати трафік і усунути перевантаження мережі. Інтернет-провайдери також можуть зменшувати швидкість Інтернету користувача, коли користувач досягає певного ліміту даних. Однак обмеження порушує ідею мережевого нейтралітету, яка є переважаючою думкою про те, що провайдери мають однаково ставитися до всіх комунікацій через Інтернет. Наприклад, інтернет-провайдери можуть гальмувати певні веб-сайти, які відвідують користувачі, просто тому, що вони займають багато даних. У минулому інтернет-провайдери обмежували доступ до Інтернету своїх клієнтів під час підключення до Netflix, тобто через інтернет-провайдера користувальницький досвід роботи на платформі Netflix погіршувався. Необхідно визначити, для яких цілей необхідний інтернет. Від цього залежить саме головне – вибір швидкості з'єднання. Робота з поштою й документами, перегляд сайтів вимагають приблизно 8 Мбіт/с, трафік можливий лімітований. Для спілкування по Skype, онлайн-ігор, завантаження невеликих файлів потрібний безлімітний інтернет і мінімальну швидкість 25 Мбіт/с. Перегляд фільмів онлайн, активне завантаження інформації й мережні ігри забезпечує трафік на 40 Мбіт/с. Всі ці моменти необхідно враховувати при рішенні питання, як вибрати провайдера. Необхідно також з'ясувати, який тип підключення буде найбільш підходящий: звичайний телефонний (що комутирується), використання технології ADSL, виділена лінія, бездротове підключення, мобільний інтернет. Кожний спосіб має свої плюси й мінуси, тому необхідно брати до уваги такі критерії, як вартість послуг, гарантуєма швидкість і стабільність з'єднання, наявність якісної техпідтримки й так далі. Звичайно, ідеального провайдера не існує, але оптимальне сполучення всіх критеріїв, що цікавлять, знайти цілком можливо. За допомогою інтернету можливо обмінюватися повідомленнями, одержувати й відправляти листи, купувати й продавати товари в інтернет-магазинах, обновляти програми, установлені на спеціальних серверах, користуватися можливостями інтернет-телебачення й радіомовлення, безкоштовно дзвонити на інший комп'ютер, спілкуватися в соціальних мережах, оплачувати рахунок й так далі. Що ж необхідно для того, щоб одержати доступ в інтернет? Перше – вибрати спосіб підключення, друге – укласти інтернет-провайдером договір. У залежності про того, який спосіб підключення вибирається, знадобиться відповідне встаткування. Так, для підключення через модем ADSL (сьогодні це найпоширеніше з'єднання) потрібно властиво провідна телефонна лінія й зовнішній модем. Підключення, що здійснюється за допомогою виділеної оптоволоконної лінії FTTB, саме надійне, що надає найвищу швидкість передачі даних і що дозволяє передавати десятки каналів ip-tv одночасно. Для того щоб підключитися до кабельної мережі, необхідні оптоволоконний кабель і спеціальний зовнішній пристрій, розташований поза будинком або квартирою й обслуговуюча певна кількість користувачів. Низькошвидкісне підключення через мережу GPRS – вид бездротового підключення, для якого потрібний тільки мобільний телефон. Бездротове високошвидкісне з'єднання 3G, дуже популярне сьогодні в тих регіонах, де немає ще кабельного інтернету, забезпечує



підключення через стільникову мережу. У цьому випадку встаткування для Інтернету являє собою наявність спеціального 3G-модему. Wi-Fi підключення, також бездротове, вимагає не тільки наявності Wi-Fi зони, але й спеціально передбаченої відповідної опції комп'ютера користувача. Такі зони створюють великі провайдери на окремих територіях. Підключення через електромережу із придбанням спеціального модему мало поширено, хоча забезпечує досить швидке з'єднання. При цьому в будинку повинне бути встановлене спеціальне устаткування. Деякі провайдери займаються продажем трафіку або часу, проведеного в інтернеті. Підключення здійснюється по локальній мережі через проксі-сервер з використанням модему. Потрібно купити спеціальну картку й підключитися або по логіну й паролі, або по IP-адресі й порту до інтернет-сервера. З'єднанням через супутник найменше користуються в містах, але воно незамінно в приміській зоні. Щоб скористатися таким видом підключення до інтернету, потрібна супутникова тарілка й відповідне спеціальне устаткування.

### **Маршрутизатори в глобальних мережах**

Маршрутизатори для глобальних мереж – це ті, за допомогою яких компанії можуть вирішити завдання переміщення даних між віддаленими офісами. Вони призначені для глобальних мереж, а не для Internet. Вони переміщують пакети, але не є комутаторами третього рівня. Маршрутизатори для глобальних мереж – це те, що можливо використовувати для організації зв'язку між Нью-Йорком, Лондоном і Києвом, або Кіровоградом. При виборі маршрутизатора для глобальної мережі першочергова увага варто обертати на такі фактори, як надійність, керованість, розширюваність, гнучкість, спектр пропонованих технологій і підтримувані протоколи. Як правило, кожний виробник сповідає свій власний підхід до конфігурації маршрутизаторів. Це стосується розходжень не тільки в командах і графічному інтерфейсі, але й у самій концепції й термінології. Маршрутизатори відомі труднощами конфігурації. На щастя, постачальники домоглися великого прогресу принаймні в найпростішому випадку – один порт локальної мережі й один послідовний порт (або лінія ISDN) до центрального офісу або в Internet. Однак у багатьох трохи більше складних топологіях локальних і глобальних мереж з декількома інтерфейсами, протоколами й алгоритмами маршрутизації конфігурувати маршрутизатори стало сутужніше, ніж усього лише рік назад. Чому? Через нові функції й можливості, кожна з яких вимагає ретельного налаштування, щоб мережа не виявилася в стані хаосу. Рішення від одного виробника не дуже популярні серед адміністраторів мереж. Ніхто не бажає виявитися заручником планів випуску, поточних цін і підтримуваних функцій постачальника. Разом з тим витрати на навчання й підтримку продуктів від декількох постачальників – багато хто з яких роблять те саме – дуже важко зіставити із втратами через прихильність одному постачальникові, особливо якщо він не задовольняє всім вашим вимогам. Це пояснює, чому найбільші виробники, у тому числі Cisco, Bay і 3Com, стають ще більше, й чому багато хто інші пішли з ринку маршрутизаторів або переорієнтувалися на маршрутизатори доступу в Internet. Якщо ви зрозуміли, як змусити працювати у вашій мережі, скажемо, маршрутизатор Bay, то навряд чи захочете проробити той же шлях із продуктами 3Com або Cisco. Тому свій вибір ви зупините в першу чергу на тім постачальнику, про який точно знаєте, що він не зникне через кілька років і запропонує необхідний спектр продуктів і функцій. Вибір одного постачальника може виявитися проте недостатнім. Наприклад, Cisco Systems придбала настільки багато мережних компаній, що деякі з її маршрутизуючих і комутуючих продуктів мають моделі з конфігурацією, досить відмінної від прийнятої в Internetworking Operating System (IOS). У загальному ж випадку робота з одним виробником позбавить вас від чималого числа проблем при конфігурації й налаштуванні. **Уніфікація** Незважаючи на те що усі, зібраніся підключатися до Internet (тобто використовувати TCP/IP), адміністратори корпоративних мереж знають, що цим їхні турботи далеко не вичерпуються. Компанії самих різних розмірів працюють і з іншими протоколами (як застарілими, так і немає) для мереж Apple, Digital, IBM і Novell. Щоб мережа працювала, ці протоколи потрібно маршрутизувати. Звичайно виробники пропонують один комплект програмного забезпечення, загальний для

всіх його апаратних платформ. Придбавши програмне забезпечення, ви одержуєте ту саму функціональність для встаткування як молодшого, так і старшого класу. Крім того, якщо виробник підтримує широкий спектр протоколів, то він часто пропонує програмне забезпечення відповідно до набору функцій: базові версії для підтримки декількох протоколів локальних мереж, глобальних мереж і маршрутизації; версії середнього й старшого класу з більше складними функціями й протоколами; спеціальні версії для специфічних завдань, наприклад для брендмауерів, віртуальних мереж і шифрування. При виборі лінії продуктів для глобальної мережі необхідно переконатися, що необхідні функції доступні у всьому спектрі встаткування, що ви збираєтеся використовувати. У деяких постачальників, зокрема Digital, Compatible Systems і Bay Networks, програмні функції відрізняються кардинальним образом при переході від устаткування молодшого класу до встаткування старшого класу. Якщо ви зупинили свій вибір на одному зі згаданих постачальників, то я радив би перевірити, що необхідні функції підтримуються всім устаткуванням, яким ви плануєте користуватися. Всі розглянуті виробники підтримують основні протоколи для локальних мереж: TCP/IP, IPX, AppleTalk і DECnet Phase IV. У той же час їхнього виробу можуть організувати міст для немаршрутизованих протоколів типу NetBEUI (цей протокол використовується в мережах LAN Manager, у тому числі Windows NT) і LAT (протокол сервера терміналів розробки Digital). Якщо глянути, хто що ще пропонує, то ми знайдемо масу відмінностей. Наприклад, 3Com, Cisco, Digital, IBM і Huxley просувають повну маршрутизацію у відповідності зі стандартами OSI, у той час як підтримка SNA і більше старих мережних протоколів IBM є сильною стороною продуктів від 3Com, Bay Networks, Cisco, IBM і TimePlex. Зі старими протоколами, такими, як OSI і SNA, працювати досить просто, тому що стандарти давно не міняються, а реалізації добре налагоджені. У подібному середовищі замовникові досить надати виробникові список вимог, щоб останній підтвердив можливість підтримки його мережі. Що стосується активно розроблювальних протоколів, особливо TCP/IP, справи йдуть набагато складніше. Наприклад, IPv6, що впливає версія протоколу мережного рівня в стеці TCP/IP, активно просувається 3Com, Bay Networks і групою мережних продуктів Digital. Підтримка різних нових розширень для IP міняється з кожним днем і від продукту до продукту, тому я підготував список функцій, про підтримку яких можливо поцікавитися у свого постачальника.

### **Лінії глобальної мережі**

Протоколи для глобальних мереж досить важливі для багатьох мережних середовищ. Звичайні з'єднання T-1 сьогодні навряд чи можна порахувати достатніми: маршрутизатор повинен підтримувати весь спектр з'єднань від ISDN BRI (2B+D) на 128 Кбіт/с до каналів АТМ поверх SONET на 2,4 Гбіт/с. У випадку високошвидкісних з'єднань маршрутизація обходиться дуже дорого. Одне навантаження по обробці пакетів на такій швидкості вимагають застосування високопродуктивних ЦПУ й спеціалізованих інтерфейсів.

У випадку високошвидкісних мереж замовникові доводиться освоювати зовсім новий словник високошвидкісних інтерфейсів і кабелів. З'єднання рівня T-3 здійснюються звичайно по коаксіальному кабелі, у той час як OC-3 – по оптичному кабелі. Високошвидкісні послідовні інтерфейси (High-Speed Serial Interfaces, HSSI) мають з'єднувачі, що виглядають як з'єднувач SCSI-2, але з іншим призначенням контактів. (Не намагайтеся, однак, використовувати кабель SCSI із з'єднувачем HSSI. Якщо можливо дозволити собі таку пропускну здатність, то вже будьте послідовні й застосуйте кабель для HSSI.)

На високошвидкісному краї спектра перебуває Gigaswitch/9500 від Digital, здатний обслуговувати з'єднання аж до OC-48. Слідом за ним іде серія 12000 компанії Cisco, що підтримує з'єднання аж до OC-12 і яка вважається "готовою для OC-48". OC-48 – це щось поза межне, як двадцять повнодуплексних з'єднань Ethernet на 100 Мбіт/с, всі працюючі на повній швидкості в обох напрямках.

Якщо все, що потрібно, – це OC-3 (цей рівень відповідає 155 Мбіт/с), то вибір значно розширюється: Synchrony від TimePlex, NetBuilder II від 3Com, Network 9000 від Huxley,

серія 2200 від IBM, і Backbone Link Node/Backbone Concentrator Node (BLN/BCN) від Bay Networks – всі вони здатні справлятися зі швидкостями OC-3.

Однак за такі високошвидкісні з'єднання доводиться платити в прямому й переносному значенні. Наприклад, на швидкостях OC-3 маршрутизатор не здатний виконувати ті ж функції багатопротокольної маршрутизації, що й для з'єднань T-1. Звичайно високошвидкісні з'єднання обмежені винятково передачею IP-пакетів. Навіть якщо програмне забезпечення виробника підтримує інші протоколи, то можливо зштовхнутися з тим, що маршрутизатор виявиться не в змозі забезпечувати настільки високі швидкості, якщо від нього буде потрібно надто багато.

За винятком "найбільших з великих", корпоративним мережам звичайно досить з'єднань DS3 (близько 45 Мбіт/с) і менш. Однак не всі DS3 однакові. Деякі оператори далекого зв'язку пропонують чистий канал DS3, всі передані по якому від краю до краю біти – ваші. Такий канал надзвичайно дорогий, тому що по суті оператор виділяє еквівалент 28 каналів T-1 одному замовникові. Звичайно ж оператори надають DS3 у вигляді ATM.

ATM володіє рядом переваг: він дозволяє зв'язати кілька вузлів, причому кожний з них може мати своє високошвидкісне з'єднання. У випадку ATM, однак, багато бітів використовуються непродуктивно. Наприклад, для DS3 на 45 Мбіт/с ATM забезпечує пропускну здатність приблизно в 34 Мбіт/с.

Вибір між чистим каналом і ATM має немаловажні наслідки: далеко не всі маршрутизатори підтримують обидві опції. Наприклад, VSR від Compatible Systems може передавати пакети PPP або SMDS через інтерфейс DS3, але не ATM. VSR, однак, має одна перевага над конкурентами: він містить убудований T-3 DSU/CSU. Як виявилися, лише деякі маршрутизатори мають аналогічну опцію. Її наявність дозволяє заощадити на покупці, конфігурації й керуванні досить дорогим компонентом устаткування.

Відсутність убудованого DSU/CSU пояснює також наявність інтерфейсів HSSI на всіх розглянутих продуктах (за винятком Huplex Network 900 і "річкової" серії ACC). Сигнал DS3 повинен якимось образом бути доставлений від DSU/CSU до маршрутизатора, а стандартний послідовний кабель не здатний зробити це настільки надійно, як у випадку T-1. Разом з тим при швидкостях вище DS3 оптичне з'єднання завершується безпосередньо на маршрутизаторі.

Якщо у вас установлені мейнфрейми IBM, то може знадобитися розглянути ще один інтерфейс: з'єднання для корпоративних систем (Enterprise Systems Connection, ESCON) і паралельні канали, які підтримують тільки пристрої Cisco і IBM.

### **Види роутерів**

Роутер – спеціалізований мережний комп'ютер, що має як мінімум один мережний інтерфейс і пересилаючий пакети даних між різними сегментами мережі, що зв'язує різнорідні мережі різних архітектур. Дозволяє обмінюватися даними між підключеними до нього пристроями, а так само надає їм загальний доступ в Інтернет. Якщо говорити простіше, те роутер «одержує» інтернет тим або іншим способом, і «роздає» його підключеним пристроям: комп'ютеру, ноутбуку, планшету, смартфону й т.д. Отже, як же вибрати роутер, адже на ринку зараз кілька сотень моделей, кожна з яких дійсно відрізняється від інших. Щоб відповісти на це питання, необхідно визначитися: для чого вам потрібний роутер – для особистого користування вдома або для роботи (офісу)? Саме від цього будуть залежати ключові показники пристрою, по яких вам доведеться вибирати необхідну модель.

### **Розробка структурної схеми**

Для розуміння як саме реалізовано у дипломі система надання доступу до мережі Інтернет сервіс провайдера розглянемо основу мережі, а саме TCP/IP.

**Протокол керування передачею (TCP)** – це стандарт зв'язку, який дозволяє прикладним програмам і комп'ютерним пристроям обмінюватися повідомленнями через мережу. Він призначений для надсилання пакетів через Інтернет і забезпечення успішної доставки даних і повідомлень через мережі.

TCP є одним із основних стандартів, які визначають правила Інтернету, і входить до стандартів, визначених Інженерною робочою групою Інтернету (IETF). Це один із найбільш часто використовуваних протоколів у цифровій мережі зв'язку, який забезпечує наскрізну доставку даних.

TCP організовує дані таким чином, щоб їх можна було передавати між сервером і клієнтом. Це гарантує цілісність даних, які передаються через мережу. Перш ніж передати дані, TCP встановлює з'єднання між джерелом і одержувачем, яке, як він гарантує, залишається активним до початку зв'язку. Потім він розбиває великі обсяги даних на менші пакети, забезпечуючи при цьому цілісність даних протягом усього процесу.

У результаті всі протоколи високого рівня, яким потрібно передавати дані, використовують протокол TCP. Приклади включають однорангові методи спільного використання, як-от протокол передачі файлів (FTP), Secure Shell (SSH) і Telnet. Він також використовується для надсилання й отримання електронної пошти через протокол доступу до повідомлень в Інтернеті (IMAP), протокол поштового відділення (POP) і простий протокол передачі пошти (SMTP), а також для доступу до Інтернету через протокол передавання гіпертексту (HTTP).

Альтернативою TCP у мережі є протокол датаграм користувача (UDP), який використовується для встановлення з'єднань із малою затримкою між програмами та зменшення часу передачі. TCP може бути дорогим мережевим інструментом, оскільки він містить відсутні або пошкоджені пакети та захищає доставку даних за допомогою таких елементів керування, як підтвердження, запуск з'єднання та керування потоком.

UDP не забезпечує підключення через помилку чи послідовність пакетів, а також не сигналізує про призначення перед доставкою даних, що робить його менш надійним, але менш дорогим. Таким чином, це хороший варіант для чутливих до часу ситуацій, таких як пошук у системі доменних імен (DNS), голос через Інтернет-протокол (VoIP) і потокове медіа.

**Інтернет-протокол (IP)** – це спосіб передачі даних з одного пристрою на інший через Інтернет. Кожен пристрій має IP-адресу, яка унікально ідентифікує його та дозволяє йому спілкуватися та обмінюватися даними з іншими пристроями, підключеними до Інтернету. Сьогодні це вважається стандартом швидкого та безпечного зв'язку безпосередньо між мобільними пристроями.

IP відповідає за визначення того, як програми та пристрої обмінюються пакетами даних один з одним. Це основний протокол зв'язку, який відповідає за формати та правила обміну даними та повідомленнями між комп'ютерами в одній мережі або кількох підключених до Інтернету мережах. Це робиться за допомогою набору протоколів Інтернету (TCP/IP), групи протоколів зв'язку, які розділені на чотири рівні абстракції.

IP є основним протоколом на рівні Інтернету TCP/IP. Його основна мета полягає в доставці пакетів даних між вихідною програмою або пристроєм і одержувачем за допомогою методів і структур, які розміщують теги, такі як адресна інформація, в пакетах даних.

TCP та IP – це окремі протоколи, які працюють разом, щоб гарантувати доставку даних до місця призначення в мережі. IP отримує та визначає адресу – IP-адресу – програми або пристрою, на які мають бути надіслані дані. Потім TCP відповідає за транспортування та маршрутизацію даних через мережеву архітектуру та забезпечення їх доставки до цільової програми або пристрою, визначеного IP. Обидві технології, що працюють разом, забезпечують зв'язок між пристроями на великих відстанях, дозволяючи передавати дані туди, куди потрібно, найефективнішим способом.

Іншими словами, IP-адреса схожа на номер телефону, призначений смартфону. TCP – це комп'ютерна мережева версія технології, яка використовується для того, щоб смартфон дзвонив і дозволяв його користувачеві розмовляти з особою, яка йому телефонувала.

Тепер, коли ми розглянули TCP та IP окремо, що таке TCP/IP? Два протоколи часто використовуються разом і залежать один від одного, щоб дані мали місце призначення та безпечно досягали його, тому цей процес регулярно називають TCP/IP. Завдяки належним

протоколам безпеки комбінація TCP/IP дозволяє користувачам виконувати безпечний процес, коли їм потрібно переміщувати дані між двома або більше пристроями.

### **Як працює протокол керування передачею (TCP)/IP?**

Модель TCP/IP є типовим методом передачі даних в Інтернеті. Він був розроблений Міністерством оборони Сполучених Штатів для забезпечення точної та правильної передачі даних між пристроями. Він розбиває повідомлення на пакети, щоб уникнути повторного надсилання всього повідомлення, якщо під час передачі виникне проблема. Пакети автоматично збираються, коли вони досягають місця призначення. Кожен пакет може пройти різним маршрутом між комп'ютером джерела та одержувачем, залежно від того, чи стає вихідний маршрут перевантаженим або недоступним.

TCP/IP поділяє комунікаційні завдання на рівні, які зберігають процес стандартизованим, без постачальників обладнання та програмного забезпечення, які здійснюють керування самостійно. Пакети даних мають пройти через чотири рівні, перш ніж їх отримає пристрій призначення, потім TCP/IP проходить через рівні у зворотному порядку, щоб повернути повідомлення у вихідний формат.

Як протокол на основі з'єднання, TCP встановлює та підтримує з'єднання між програмами або пристроями, доки вони не завершать обмін даними. Він визначає, як вихідне повідомлення має бути розбито на пакети, нумерує та збирає пакети, а потім надсилає їх на інші пристрої в мережі, такі як маршрутизатори, шлюзи безпеки та комутатори, а потім до місця призначення. TCP також надсилає та отримує пакети з мережевого рівня, обробляє передачу будь-яких відкинутих пакетів, керує потоком і гарантує, що всі пакети досягнуть місця призначення.

Хорошим прикладом того, як це працює на практиці, є надсилання електронного листа за допомогою SMTP із сервера електронної пошти. Щоб розпочати процес, рівень TCP на сервері ділить повідомлення на пакети, нумерує їх і пересилає на рівень IP, який потім транспортує кожен пакет на сервер електронної пошти призначення. Коли пакети надходять, вони повертаються на рівень TCP, щоб повторно зібратися у вихідний формат повідомлення та передаються назад на сервер електронної пошти, який доставляє повідомлення до скриньки електронної пошти користувача.

TCP/IP використовує тристороннє рукошлякування для встановлення з'єднання між пристроєм і сервером, що забезпечує одночасну передачу кількох з'єднань TCP-сокетів в обох напрямках. І пристрій, і сервер мають синхронізувати та підтверджувати пакети перед початком зв'язку, тоді вони зможуть погоджувати, розділяти та передавати з'єднання сокетів TCP.

### **4 рівні моделі TCP/IP**

Модель TCP/IP визначає, як пристрої мають передавати дані між собою, і забезпечує зв'язок через мережі та великі відстані. Модель представляє, як дані обмінюються та організовуються в мережах. Він розділений на чотири рівні, які встановлюють стандарти для обміну даними та представляють, як дані обробляються та упаковуються під час доставки між програмами, пристроями та серверами.

Чотири рівні моделі TCP/IP такі:

1. Канальний рівень: Канальний рівень визначає спосіб надсилання даних, обробляє фізичний акт надсилання й отримання даних і відповідає за передачу даних між програмами чи пристроями в мережі. Це включає визначення того, як дані повинні сигналізувати апаратне забезпечення та інші пристрої передачі в мережі, такі як драйвер пристрою комп'ютера, кабель Ethernet, карта мережевого інтерфейсу (NIC) або бездротова мережа. Його також називають канальним рівнем, рівнем доступу до мережі, рівнем мережевого інтерфейсу або фізичним рівнем і є комбінацією фізичного рівня та рівня каналу даних моделі взаємозв'язку відкритих систем (OSI), яка стандартизує функції зв'язку в обчислювальних і телекомунікаційних системах.

2. Інтернет-рівень: Інтернет-рівень відповідає за надсилання пакетів із мережі та контроль їх переміщення через мережу, щоб гарантувати, що вони досягнуть місця

призначення. Він надає функції та процедури для передачі послідовностей даних між програмами та пристроями через мережі.

3. Транспортний рівень: транспортний рівень відповідає за забезпечення міцного та надійного з'єднання даних між початковою програмою чи пристроєм і його призначенням. Це рівень, на якому дані поділяються на пакети та нумеруються для створення послідовності. Потім транспортний рівень визначає, скільки даних потрібно надіслати, куди їх слід надіслати та з якою швидкістю. Він гарантує, що пакети даних надсилаються без помилок і послідовно, і отримує підтвердження того, що пристрій призначення отримав пакети даних.

4. Прикладний рівень: прикладний рівень відноситься до програм, яким потрібен TCP/IP, щоб допомогти їм спілкуватися одна з одною. Це рівень, з яким зазвичай взаємодіють користувачі, як-от системи електронної пошти та платформи обміну повідомленнями. Він поєднує сеансовий, презентаційний і прикладний рівні моделі OSI.

#### Ваші пакети даних приватні через TCP/IP?

Пакети даних, надіслані через TCP/IP, не є приватними, а це означає, що їх можна побачити або перехопити. З цієї причини життєво важливо уникати використання загальнодоступних мереж Wi-Fi для надсилання особистих даних і переконатися, що інформація зашифрована. Одним із способів шифрування даних, які надаються через TCP/IP, є віртуальна приватна мережа (VPN).

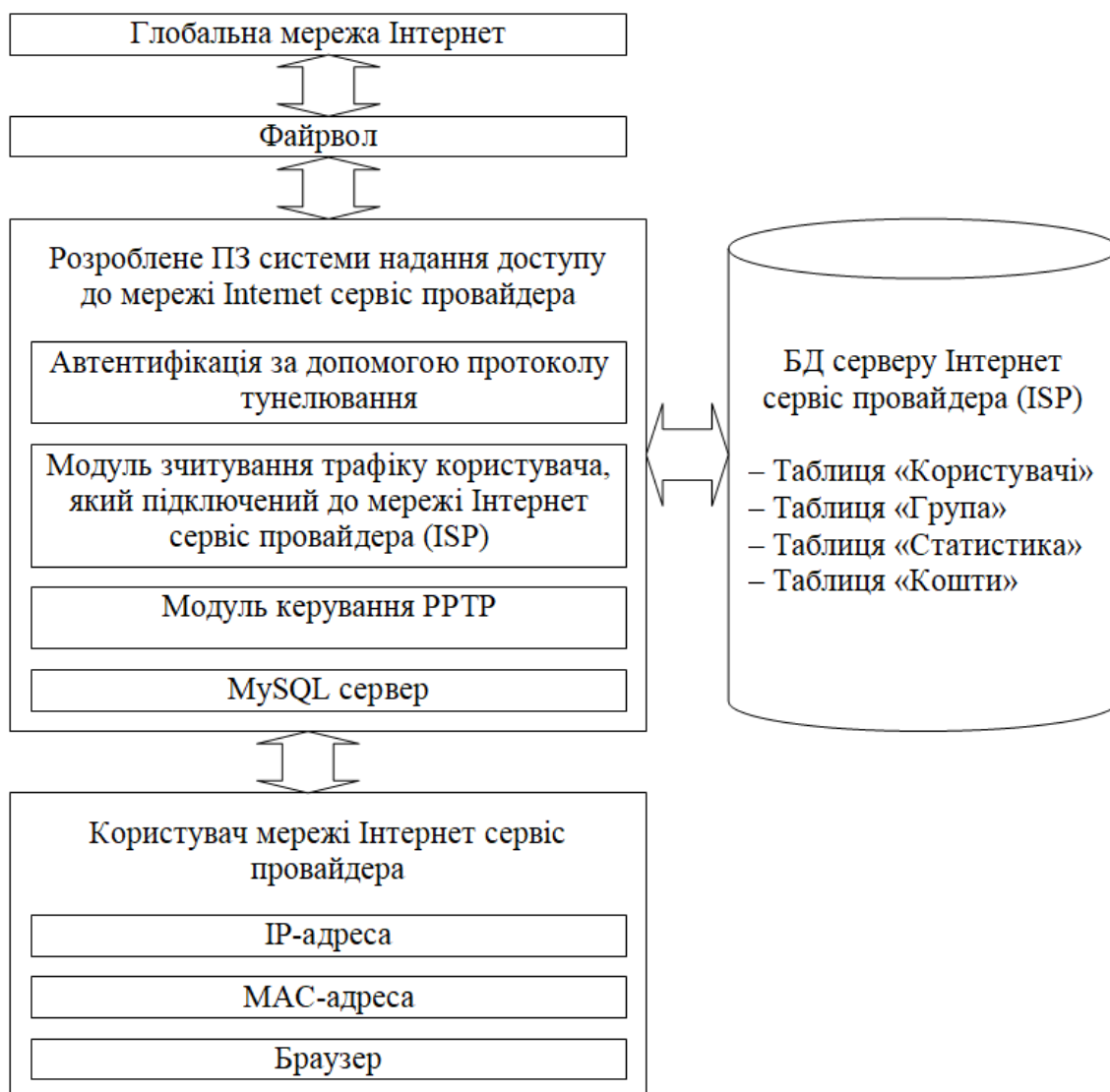


Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Що таке моя TCP/IP-адреса?**

TCP/IP-адреса може знадобитися для налаштування мережі та, швидше за все, потрібна в локальній мережі.

Пошук загальнодоступної IP-адреси – це простий процес, який можна знайти за допомогою різних онлайн-інструментів. Ці інструменти швидко визначають IP-адресу використовуваного пристрою, а також IP-адресу хоста користувача, Інтернет-провайдера (ISP), віддалений порт і тип браузера, пристрою та операційної системи, які вони використовують.

Інший спосіб виявити TCP/IP – через сторінку адміністрування маршрутизатора, яка відображає поточну публічну IP-адресу користувача, IP-адресу маршрутизатора, маску підмережі та іншу інформацію про мережу.

На рисунку 1 зображена структурна схема системи. На який детально розглянута розроблена система. Розглянемо роботу розробленої системи на прикладі запиту Інтернету користувача №N.

Користувач N через мережу через WEB браузер робочої станції посилає запит до мережі Інтернет сервіс провайдера (ISP) з даними IP адреси. На сервері розроблене ПЗ проводить автентифікацію робочої станції за допомогою протоколу тунелювання та далі проводить запит сторінки через брандмауер сервера. В цей час розроблене ПЗ проводить зчитування трафіку мережі, через PPTP, керування відбувається через відповідний модуль. Всі дані роботи користувача у Інтернеті заносяться до бази даних сервера ISP. Основні таблиці це «Таблиця Кошти» де зберігаються дані витрачених коштів, «Таблиця Користувачі» де знаходиться інформація користувача, «Таблиця Статистика» статистичні дані та «Таблиця Група» де зберігаються встановлені привілеї користувача.

Адміністратор ISP за допомогою розробленого магістерського ПЗ проводить моніторинг мережі. При необхідності переглядає базу даних. Основне призначення системи це моніторинг трафіку користувачів, які підключені до ISP з можливістю детального перегляду статистики роботи користувачів, розрахунок коштів, інформацію Інтернет серфінгу користувача та ін.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера; Досліджена система надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання надання доступу до мережі Internet сервіс провайдера. 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». Центральнотрафіку український 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. Центральнотрафіку український 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. Центральнотрафіку український 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.Є., Мелешко Є.В. Технології і стандарти комп'ютерних мереж. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ 2012. – 454 с



УДК 004

О.Безушко, магістр гр. КН-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РЕІНЖИНІРИНГУ ТА РЕФАКТОРИНГУ ПРОГРАМНОГО КОДУ ДО ПЛАТФОРМИ .NET

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

**Постановка проблеми.** Щоб не відставати від конкуренції та зробити споживачів задоволеними вашим цифровим продуктом у 2021 році, потрібно підтримувати його програмний компонент на найвищому рівні стандартів якості.

Одним із способів досягти цього є частий перегляд і вдосконалення коду. У цьому відношенні існує два основних підходи до підтримки надійності програмного забезпечення – рефакторинг і реінжиніринг.

У роботі далі детальніше розглянемо ці дві практики, дослідимо їх відмінності та дізнаємось про основні переваги оновлення програмного забезпечення для бізнесу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET.

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

- Огляд існуючих систем реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET.
- Дослідження системи реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET.
- Програмна реалізація системи реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET.

*Об'єктом дослідження* є процес реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET.

*Предметом дослідження* є методи реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET.

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

**Виклад основного матеріалу.** Маючи справу із застарілим програмним забезпеченням, важливо розуміти, що можна зробити з програмним забезпеченням. Застаріле програмне забезпечення часто складається з програмного забезпечення, яке залишалося

працювати протягом тривалого часу без надто багатьох внутрішніх змін, стратегія «не виправляти те, що не зламано». Оскільки компілятори таких мов, як Fortran, є зворотно сумісними, часто можна скомпілювати та запустити ці старі програми. Але в якийсь момент виникає необхідність мати справу зі старим кодом. Отже, як цього досягти? Чи підлягає переробці чи рефакторингу код?

Реінжиніринг означає внесення фундаментальних змін до коду. Ось три основні методи реінжинірингу:

1. Портування – програми модифікуються для роботи на новій апаратній платформі.
2. Переклад – програми перекладаються із застарілої мови на сучасну.
3. Міграція – програми конвертуються зі старої мови на новіший діалект.

По суті, це нічим не відрізняється від роботи, яку проводили б у старій будівлі. Її можна повністю перенести на нове місце, повністю перебудувати або зробити новою, включивши лише фасад оригінальної будівлі.

Рефакторинг, з іншого боку, залишає речі недоторканими. Рефакторинг передбачає зміну частини програмного забезпечення таким чином, що зовнішня поведінка коду залишається незмінною, але його внутрішня структура та архітектура покращуються. Це схоже на модернізацію сантехніки та електрики старої будівлі. Він все ще функціонує і виглядає так само, але інфраструктура була покращена. Рефакторинг бере під контроль код, що занепадає, покращуючи читабельність і зручність обслуговування існуючого коду. Рефакторинг виконується, щоб виправити короткі шляхи, усунути дублювання та мертвий код, а також зробити дизайн і логіку зрозумілими. Щоб краще і зрозуміліше використовувати мову програмування. Це не обов'язково означає, що код перенесено на новий діалект мови. Рефакторинг часто є частиною життєвого циклу програмного забезпечення і може не бути націленим конкретно на застарілий код.

### **Вартість реінжинірингу програмного забезпечення**

Можливо, це не має сенсу, коли ви чуєте, що переписування вже написаного коду є економічно ефективним, але вислухайте нас. Удосконалення та вдосконалення існуючого коду зараз заощадить ваші гроші. Ось деякі основні математики, зроблені Джоном Вірголіно, щоб довести це. Причина, чому в більшості випадків це правда, проста: кожна система програмного забезпечення (за винятком, можливо, справді маленьких і базових) будується ітераційно. Ви починаєте з основних і базових функцій, таких як керування користувачами та авторизація, перевірка будь-якого введення користувача, система виставлення рахунків тощо. Після цього ви додаєте функції для бізнесу, такі як багаторівневий каталог, система пропозицій, розширена аналітична система та будь-які інші корисні функції. Таким чином, покращуючи код у ядрі, ви покращуєте наявну та майбутню функціональність. Крім того, ви можете змінити ядро, щоб воно було готове до деяких майбутніх функцій, про які ви не думали півроку тому. Коротше кажучи, легше помістити ще одну коробку в сховище, коли вона акуратна й охайна. Крім того, залежно від системи, витрати на рефакторинг можуть навіть окупитися відразу після його впровадження. Ось чому.

### **Покращена продуктивність**

Досить часто перероблений код працює швидше. Це тому, що розробники вже знають, як поточна система використовує ресурси. Вони вже знають, які запити SQL завжди викликаються разом і можуть комбінуватися. Вони бачили, як система працює у виробництві або в якомусь постановочному середовищі, де навантаження наближене до реальних умов. А хороша продуктивність завжди на користь. Це означає швидшу реакцію системи – те, що ви, ваші клієнти та навіть розробники оціните під час створення нових чудових функцій.

Є багато прикладів, коли рефакторинг програмного забезпечення та реінжиніринг покращили продуктивність системи, і ось три, щоб проілюструвати це.

### **Знижений ризик**

У розробці нового програмного забезпечення завжди є елемент ризику. Це означає, що можуть виникнути проблеми з розробкою, кадровим забезпеченням або специфікацією.

Рефакторинг передбачає поступовий підхід до вдосконалення системи, а не радикальну заміну системи. Під час рефакторингу зменшується ймовірність втрати критичних бізнес-знань або створення системи, яка не відповідає потребам користувачів. Оскільки це можна здійснювати поетапно, ваш бізнес завжди має робочу систему, а кінцевим користувачам надається можливість поступово та легко адаптуватися до оновленої частини. Крім того, поетапна модернізація системи допомагає новим співробітникам дізнатися про потреби вашого бізнесу, недокументовані функції та особливості.

Хоча переробка всього з нуля може вивести ваш бізнес на новий рівень, ризики та витрати, ймовірно, різко зростуть. Отже, рефакторинг може бути не найшвидшим способом розвитку вашого бізнесу, але, мабуть, одним із найбезпечніших. Поступова реінжиніринг програмного забезпечення контролює рівень ризику, каже Майкл Р. Олсем у своїй роботі «Поступовий підхід до реінжинірингу програмних систем». Ключове слово тут «поступове». Без цього реінжиніринг міг би закінчитися двома різними, несумісними програмними системами. Тут вам допоможуть принципи безперервної інтеграції та безперервного розгортання.

#### **Завжди готовий до вдосконалень**

Як ми вже зазначали, більшість розробок програмного забезпечення передбачає вдосконалення існуючої системи, а не створення нової. Код має бути структурований таким чином, щоб втілювати нові функції. Користувачі звикли до оновлення програмного забезпечення кожні шість місяців або навіть рідше, ринки постійно змінюються, і додавання нових функцій у ваше програмне забезпечення означає бути в курсі.

Макс Канат-Александр, автор «Простоти коду», припускає у своїй статті, що знадобиться менше часу, щоб навести порядок у системі, перш ніж почати додавати нові функції. Щоб довести це, він згадує, як його команда завершувала проекти швидше, ніж команди, які працювали над новими кодовими базами з кращими інструментами, коли це робили.

«Добре, це звучить переконливо», – скажете ви, – але що, якщо я не маю чітких термінів для нових функцій? Що, якщо я пропущу рефакторинг і зосереджуся лише на розробці нового?» Це слизький шлях у розробці програмного забезпечення. Дозвольте познайомити вас з містером Боргом. Технічний борг.

Дуже рідко архітектура програмної системи є ідеальною з самого початку. Без будь-якого рефакторингу рано чи пізно додати нові функції в систему буде практично неможливо.

#### **Зворотне проектування**

Зворотне проектування варто розглянути, якщо існуюча система, яка завоювала довіру та впевненість користувачів, потребує модернізації. У цьому випадку це дозволить створити серйозний програмний продукт в найкоротші терміни. Зворотне проектування також є хорошим тестом безпеки програмного забезпечення. Він широко використовується, щоб переконатися, що система не має будь-яких серйозних недоліків безпеки або вразливостей. Це допомагає зробити систему надійною та захищає її від хакерів і шпигунського програмного забезпечення.

У цьому світі, що постійно змінюється, програмне забезпечення має бути придатним для обслуговування, багаторазового використання та зручним для розширення, щоб задовольнити клієнтів і перемогти конкурентів. Програмне забезпечення стає дедалі складнішим, і ігнорування технічної заборгованості, пропускаючи рефакторинг, з часом повернеться й переслідуватиме ваш бізнес. І якщо ви тільки запускаєте наступну чудову програму, реінжиніринг – це практика, яку варто розглянути. Можливо, цей старий, подряпаний компакт-диск із купою коду на С і ботаном-розробником – це все, що зараз потрібно вашій компанії. Ви можете знайти приклади успішних тривалих програмних проектів, які не мають етапів «рефакторингу». Але це лише тому, що розробники постійно переробляють існуючий код. Вам не потрібно зупиняти процес розробки та планувати рефакторинг. Хороші технічні керівники та архітектори програмного забезпечення все одно

роблять це. Отже, якщо у вас є чудова команда розробників, ваш програмний продукт, ймовірно, уже неодноразово перероблявся.

### **Концепція зворотного проектування та рефакторингу в інженерії програмного забезпечення**

Процес зворотного проектування починається з вилучення детальної інформації про проект, а з цього витягується абстракція проекту високого рівня. Детальна (низькорівнева) інформація про проект витягується з вихідного коду та існуючих проектних документів. Ця інформація включає структурні діаграми, описи даних і PDL для опису деталей обробки. Подібний підхід, але автоматизований, описано в інших місцях для відновлення документів Джексона та Уорньєра/Орра з коду. Представлення проекту високого рівня витягується з відновленого детального проекту та виражається за допомогою діаграм потоку даних і потоку керування. У цьому документі термін «відновлений дизайн» буде використовуватися для позначення вилученого дизайну.

Етапи процедури описані нижче:

1. Збирайте інформацію. Зберіть всю можливу інформацію про програму. Джерела інформації включають вихідний код, проектні документи та документацію для системних викликів і зовнішніх маршрутів. Необхідно також визначити персонал, який має досвід роботи з програмним забезпеченням.

2. Вивчіть інформацію. Перегляньте зібрану інформацію. Цей крок дозволяє людині, яка виконує відновлення, ознайомитися із системою та її компонентами. На цьому етапі можна сформулювати план дисемблера програми та запису відновленої інформації.

3. Витягніть структуру. Визначте структуру програми та використовуйте її для створення набору структурних діаграм. Кожен вузол на структурній діаграмі відповідає рядку, який викликається в програмі. Таким чином, діаграма записує ієрархію викликів програми. Для кожного ребра діаграми необхідно записати дані, передані до вузла та повернуті цим вузлом.

4. Функціональність запису. Для кожного вузла на структурній діаграмі запишіть обробку, виконану в програмному рядку, що відповідає цьому вузлу. PDL можна використовувати для вираження функціональності програмних рядків. Для системних і бібліотечних рядків функціональність може бути описана англійською або більш офіційною нотацією.

5. Запис потоку даних. Відновлену структуру програми та PDL можна проаналізувати для виявлення перетворень даних у програмному забезпеченні. Ці кроки перетворення показують обробку даних, виконану в програмі. Ця інформація використовується для розробки набору ієрархічних діаграм потоків даних, які моделюють програмне забезпечення.

6. Запис контрольного потоку. Визначте керуючу структуру високого рівня програми та запишіть її за допомогою діаграм потоку керування. Це стосується високорівневого контролю, який впливає на загальну роботу програмного забезпечення, а не низькорівневого контролю обробки.

7. Перегляньте відновлений дизайн. Перегляньте відновлений дизайн на узгодженість із доступною інформацією та правильність. Визначте будь-які відсутні елементи інформації та спробуйте знайти їх. Перегляньте дизайн, щоб переконатися, що він правильно представляє програму.

8. Створіть документацію. Завершальним етапом є створення проектної документації. Потрібно буде записати інформацію, що пояснює мету програми, огляд програми, історію тощо. Ці відомості, швидше за все, не міститимуться у вихідному коді та повинні бути відновлені з інших джерел.

Рефакторинг використовується для покращення якості коду, надійності та зручності обслуговування протягом життєвого циклу програмного забезпечення. Дизайн коду та якість коду покращуються завдяки рефакторингу. Рефакторинг також підвищує продуктивність розробника та збільшує кількість повторного використання коду. Наприклад, якщо два

методи використовують подібний фрагмент коду, загальний код можна рефакторингувати в інший метод, який потім можуть викликати два батьківські методи.

Рефакторинг програмного забезпечення = «Реструктуризація існуючого коду шляхом зміни його внутрішньої структури без зміни зовнішньої поведінки»

### **Етапи рефакторингу**

Рефакторинг включає:

- Розробку = (додавання функцій, рефакторинг).
- Рефакторинг = (тестування, невеликі кроки).
- Маленькі кроки = один із рефакторингу типи «Зберіть речі разом, коли зміни є разом».

- Витягти методи.
- Перемістити методи.
- Перейменувати методи.
- Замінити Temp на Query.
- Замінити умови на поліморфізм.
- Замінити код типу на State/Strategy.
- Самоінкапсуляція польових додатків рефакторингу.

Ми використовуємо три приклади, щоб пояснити деякі базові рефакторингу

#### 1. Метод вилучення:

- сигналізується коментарями.
- Один вхід, один вихід.
- збільшити рівень опосередкованості.
- зменшити довжину методу.
- збільшити ймовірність повторного використання.

#### 2. Метод Move:

- Метод Place разом з об'єктом; об'єднайте речі разом, коли зміни є разом.

#### 3. Замініть умови поліморфізмом:

- Перемикачі – це «жорсткий код», поліморфізм кращий для програм.

Ми використовуємо три приклади, щоб пояснити деякий базовий рефакторинг

#### 1. Метод вилучення:

- сигналізований коментарями.
- Один вхід, один вихід.
- збільшити рівень опосередкованості.
- зменшити довжину методу.
- збільшити ймовірність повторного використання.

#### 2. Перемістити метод:

- Розмістити метод разом з об'єктом; об'єднайте речі разом, коли зміни є разом.

#### 3. Замініть умови на поліморфізм:

- Перемикачі є «жорстким кодом», поліморфізм кращий для розширюваності в об'єктно-орієнтованих програмах.

### **Розробка структурної схеми**

Всім відомо що зараз є велика кількість вихідного коду на C/C++. Мови програмування застаріли та їх перестали використовувати та залишилась велика кількість вихідного коду на цих мовах. Цей код не має розвинутого інтерфейсу чи багатофункціональність але в цих кодах є реалізація математичних алгоритмів, високопродуктивних та новаторських підходів у реалізації математичних розв'язків рівнянь.

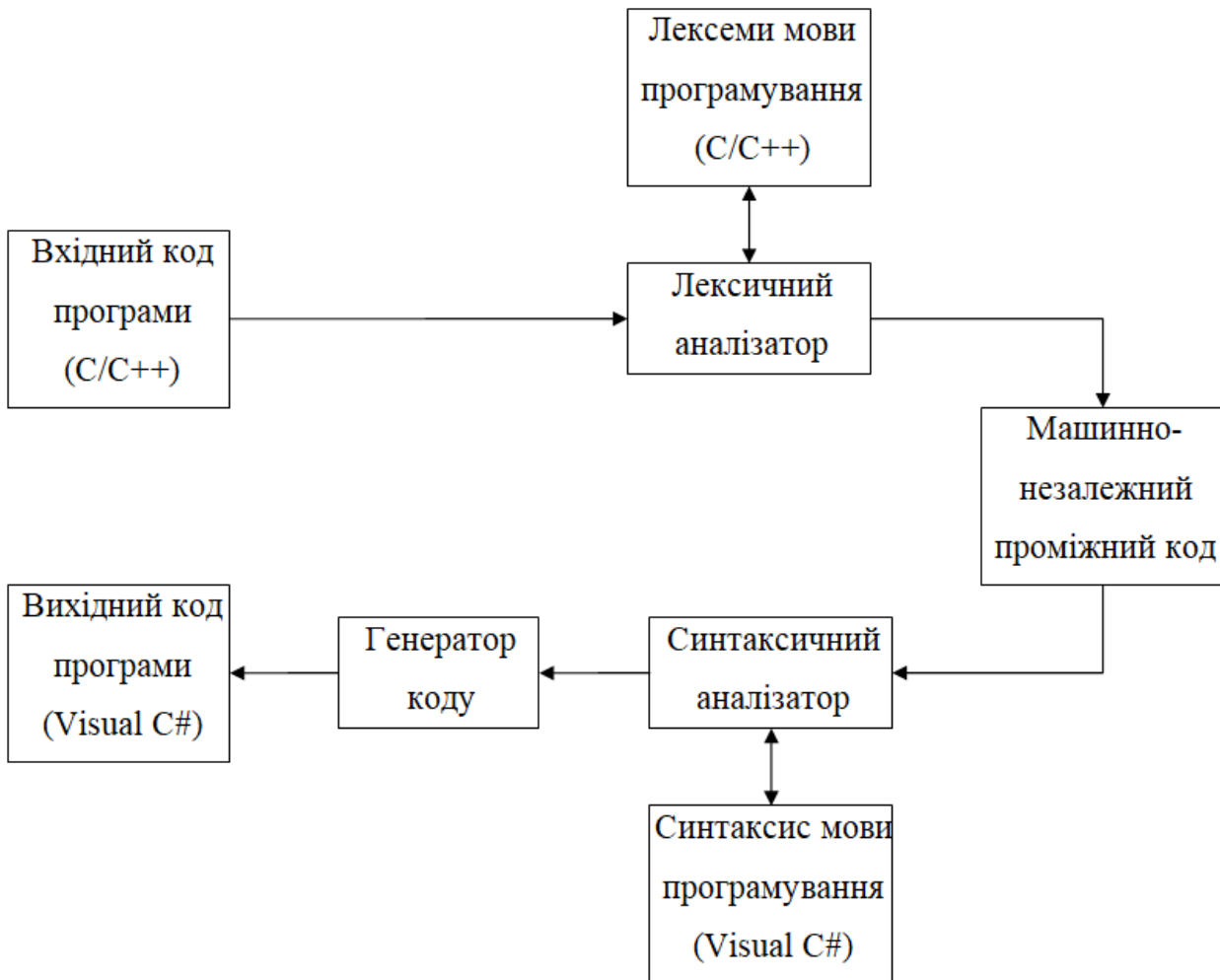


Рисунок 1 – Структурна схема системи

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 наробітки 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 й таке, що код після перетворення не буде у повній мірі робити, але сама структура алгоритму залишиться.

У розробленій, в результаті виконання магістерського проектування, програмі використовується переклад частин вихідного коду з мови програмування C/C++ у Visual C#.

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 C/C++, проміжного машино-незалежного коду, синтаксичного аналізатора з синтаксисом мови Visual C# та генератора коду. Детальний розгляд роботи цих компонентів розглянуто на функціональній схемі. На вхід транслятора поступає код C/C++, перед тим як запустити його у лексичний аналізатор (почати його оброблювати) проходить перевірка коду, що це дійсно є код C/C++. Ця дія виконується простою підстановкою шаблонного коду початку програми C/C++.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET; Досліджена система реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .NET. 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., Driecieva, H., Drieciev, 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 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.Білоконенко, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЛІЄНТСЬКОГО МОДУЛЯ ІНТЕРНЕТ-РАДІО

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

**Постановка проблеми.** Бурхливий розвиток інтернет-радіо обумовлено широкими можливостями технології, що дозволяє ширококомовним радіостанціям не тільки істотно розширити свою аудиторію, але і якісно поліпшити надавані слухачам послуги. Інтернет-радіо має наступні основні переваги:

- Глобальний охоплення. Зона віщання не обмежується, як у випадку з передачею по ефірі, радіусом дії ретранслятора. Доступ до трансльованої передачі може одержати користувач, підключений до мережі Інтернет у будь-якій крапці земної кулі.

- Висока якість звукового сигналу. Застосовувані програмно-технічні засоби дозволяють надійно доставляти сигнал без втрат у якості й завмирань (завмирання, фединг – зміна амплітуди й фази сигналу через переміщення передавача або приймача в системі радіозв'язку й/або поширення сигналу через неоднорідне середовище).

- Мультимедійний супровід. Трансляція звукового сигналу (наприклад, музичної композиції) може супроводжуватися передачею алфавітно-цифрової або графічної інформації.

- Зворотний зв'язок зі слухачем. Простий і зручний зв'язок може бути організована по Інтернету у вигляді голосового спілкування або обміну повідомленнями в процесі віщання.

Перераховані можливості дозволяють організувати віщання з урахуванням переваг слухачів (сформувати постійну аудиторію по інтересах), підсилити сприйняття трансльованих звукових програм за рахунок мультимедійного супроводу, забезпечити необхідна якість трансляції незалежно від місця прийому сигналу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи клієнтського модуля інтернет-радіо.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи клієнтського модуля Інтернет-радіо.

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

- Огляд існуючих систем клієнтського модуля Інтернет-радіо.
- Дослідження системи клієнтського модуля Інтернет-радіо.
- Програмна реалізація системи клієнтського модуля Інтернет-радіо.

*Об'єктом дослідження* є процес клієнтського модуля Інтернет-радіо.

*Предметом дослідження* є методи клієнтського модуля Інтернет-радіо.

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

**Виклад основного матеріалу. Протоколи Інтернет-радіо.** Стек протоколів H.323 є одним з найпоширеніших на сьогодні. Це найстарший і найбільш стабільний із всіх використовуваних зараз протоколів, тому він вимагає особливої уваги.

Протокол ініціації сесій (SIP) – це відносно новий протокол, що одержує широке поширення. Він є значно більше молодим відносно H.323 і тому поки не одержав такого ж масштабного поширення.

Протокол MGCP – це керуючий Інтернет-радіо-протокол, що найбільше часто використовується для керування шлюзами в Інтернет-радіо-мережі.

Відносно новий протокол MGCP одержав широке поширення як частина архітектури Cisco AVVID.

AVVID звичайно використовує саме MGCP у зв'язуванні з ССМ для керування шлюзами.

### **H.323**

Як уже говорилося, H.323 є набором протоколів. Всі пристрої, використовувані H.323, можна поділити на чотири категорії: термінали, шлюзи, гейткіпери (Gatekeeper – гейткіпер) і точки багатопунктового контролю (Multipoint Control Unit – MTU).

Термінали, також називані кінцевими точками (endpoints), надають користувальницький інтерфейс до протоколу H.323 і забезпечують двосторонній мультимедійний зв'язок реального часу. Шлюзи виконують роль "перекладачів" для забезпечення взаємодії між H.323 і не-H.323 сутностями. Шлюзи, так само як і термінали, розглядаються як кінцеві точки. Гейткіпери виконують функції контролю викликів, такі як трансляція адрес і керування займаною смугою пропускання. Гейткіпери можна вважати найбільш важливим компонентом у стеці H.323. MCU забезпечують можливість конференцій.

### **Стек протоколів H.323**

#### **H.225**

H.225 забезпечує встановлення й контроль викликів з усією необхідною сигналізацією для здійснення з'єднання між двома кінцевими точками.

#### **H.245**

Керуюча сигналізація H.245 застосовується для узгодження використання каналу й можливостей. Керуючі повідомлення несуть інформацію, що ставиться до наступних моментів:

- обмін інформацією про доступні можливості;
- відкривання й закривання логічного каналу, використовуваного для медійного потоку;
- повідомлення керування потоком;
- загальні команди.

Після встановлення виклику всі процеси передачі інформації проходять по логічних каналах.

#### **RAS**

RAS – це протокол, що використовується між кінцевими точками (терміналами й шлюзами) і гейткіперу. Він застосовується для здійснення реєстрації, контролю доступу, статусу й змін доступної смуги пропускання, а також для відключення кінцевих точок від гейткіперу. RAS використовує порт UDP 1719.

#### **RTP**

RTP надає наскрізний мережний транспорт для додатків, що передають дані реального часу. Він використовує для передачі даних протокол UDP. Передача даних супроводжується керуючим протоколом (RTCP) для моніторингу доставки даних.

**Кодеки**

Кодеки використовуються не тільки протоколом H.323, а всіма протоколами Інтернет-радіо для визначення алгоритмів компресії й декомпресії, застосовуваних для передачі аудіо/відео по мережі. H.323 підтримує більшість стандартів кодування аудіо й відео, включаючи G.7XX для аудіо й H.26X для відео.

**Етапи з'єднання**

Процедури з'єднання за протоколом H.323 можуть бути згруповані в п'ять етапів:

1. Виявлення й реєстрація.
2. Установлення виклику.
3. Сигнальний потік.
4. Медійний потік і потік керування.
5. Завершення виклику.

**Виявлення й реєстрація пристроїв**

На стадії виявлення й реєстрації гейткіпер ініціює процес "розвідування" для визначення гейткіперу, з яким кінцева точка повинна взаємодіяти. Це може бути зконфігуровано статично, або процес виявлення може відбуватися за допомогою багатоадресних повідомлень. Після виявлення термінал або шлюз реєструється на заданому гейткіпері.

Реєстрація використовується кінцевою точкою для визначення зони, з якої вона може бути асоційована. Зона – це набір компонентів, керованих одним гейткіпером. Після визначення зони гейткіпер інформується про адресу зони.

**Внутрішні виклики**

Допустимо, шлюзи (термінали) уже зареєстровані, і шлюз X хоче зробити виклик на термінал, підключений до шлюзу Y. Шлюз X посилає ARQ (Admission Request) повідомлення гейткіперу, запитуючи дозвіл на встановлення виклику на телефон, що обслуговується шлюзом Y. Гейткіпер дозволяє виклик з вимогою сигналізації (дозвону) прямо, посылаючи повідомлення ACF (Admission Confirmation).

**Міжзональні виклики**

Допустимо, гейткіпер A контролює зону A, а гейткіпер B – зону B, шлюз X зареєстрований на гейткіпері A, а шлюз Y – на гейткіпері B, і шлюз A хоче встановити з'єднання з терміналом, підключеним до шлюзу Y.

Процес установлення виклику містить наступні етапи (рисунок 2.8).

1. Шлюз X запитує з'єднання зі шлюзом Y у свого локального гейткіперу.
2. Запит місця розташування (LRQ – Location request). Гейткіпер шлюзу X не знає IP-адресу шлюзу Y і запитує адресу в гейткіперу шлюзу Y.
3. Місце розташування підтвержене (LCF – Location confirm). Гейткіпер шлюзу Y відповідає IP-адресою шлюзу Y.
4. Гейткіпер шлюзу X підтверджує його запит і надає йому IP-адресу шлюзу Y.
5. Установлення з'єднання між шлюзами.

**Установлення з'єднання**

На етапі встановлення з'єднання шлюзи взаємодіють прямо. Альтернативний метод установлення з'єднання – це гейткіпер-маршрутизуєма сигналізація, при якій всі повідомлення по установці з'єднання проходять через гейткіпер.

Установлення з'єднання засноване на протоколі ITU-Q.931 (H.225 є підмножиною Q.931), що визначає метод установлення, обробки й завершення мережного з'єднання по цифровій мережі ISDN. Процес складається із шести фаз:

1. Шлюз X посилає H.225 повідомлення встановлення дозвону для запиту з'єднання.
2. Шлюз Y посилає обернено H.225 повідомлення, заявляючи про можливість продовження процесу.
3. Шлюз Y запитує в гейткіперу правомірність дзвінка, посылаючи йому RAS-повідомлення (ARQ) по каналі RAS.

4. Гейткіпер підтверджує, що дзвінок правомірний, посылаючи шлюзу Y ACF-повідомлення.

5. Шлюз Y посилає H.225-повідомлення шлюзу X, сповіщаючи його, що з'єднання встановлене.

6. Шлюз Y посилає H.225-повідомлення шлюзу X, сповіщаючи його, що виклик установлений.

#### **Установлення логічних каналів**

Після того як з'єднання встановлене, взаємодія відбувається по логічних каналах. H.245 використовується для визначення процесу керування цими каналами. На один виклик може доводитися кілька каналів для різних типів трафіку (відео, аудіо, дані). H.245 LCSE (Local Channel Signaling Entity) відкриває логічний канал для кожного потоку. Канали можуть бути як односпрямованими, так і двонаправленими.

Установлення логічних каналів відбувається в такий спосіб:

1. Шлюз X повідомляє шлюзу Y, які можливості він підтримує, посылаючи H.245 Terminal Capability Set повідомлення.

2. Шлюз Y підтверджує запит, посылаючи H.245 Terminal Capability Set Acknowledge повідомлення.

3. Аналогічний п.1, але тільки у зворотному напрямку.

4. Аналогічний п.2, але тільки у зворотному напрямку.

5. Шлюз X відкриває медіаканал зі шлюзом Y, посылаючи H.245 повідомлення Open Logical Channel, включаючи адресу RTCP каналу.

6. Шлюз Y підтверджує встановлення логічного каналу зі шлюзом X, посылаючи H.245-повідомлення Open Logical Channel Acknowledge, включаючи RTP-адресу, виділена шлюзом Y, і RTCP-адресу, отримана від шлюзу X.

7. Аналогічний п.5, але тільки у зворотному напрямку.

8. Аналогічний п.6, але тільки у зворотному напрямку.

#### **Медійний потік і потік керування**

Медійний потік управляється RTCP. RTCP використовує виділений логічний канал для кожного RTP-потoku. Кінцеві точки можуть спробувати змінити виділену смугу пропускання, що вони споконвічно запросили. Для збільшення виділеної смуги пропускання кінцеві точки повинні запросити на цей дозвіл у гейткіперу.

Завершення виклику зупиняє медіапоток і закриває логічні канали. Воно може бути запитане як кінцевими точками, так і гейткіпером. Завершення виклику також завершує H.245-сесію, звільняє H.225/Q.931 з'єднання й надає гейткіперу підтвердження про роз'єднання по RAS.

#### **Сигналізація між кінцевими точками без посередника в H.323**

Якщо шлюзи знають IP-адреси один одного, то можливо їхня взаємодія без гейткіперу. Цей процес можна описати наступними кроками:

1. Шлюз ініціює H.225.0-сесію зі шлюзом призначення.

2. Процедура встановлення виклику, що базується на Q.931, створює сигнальний канал між кінцевими точками.

3. Кінцеві точки відкривають канал для функцій керування H.245. Відбувається обмін можливостями й дескрипторами логічних каналів.

4. Відкривається RTP-сесія.

#### **MGCP**

Протокол MGCP являє собою приклад моделі із централізованим керуванням викликами. Він визначає керування телефонними шлюзами із центрального керуючого компонента, називаного телефонним агентом (Call Agent). Шлюзи взаємодіють із агентами, які здійснюють сигналізацію й обробку викликів.

#### **Компоненти MGCP**

В MGCP-оточенні використовуються наступні компоненти:

–кінцеві точки;

–шлюзи;

–агент.

Кінцеві точки – це точки з'єднання пакетної мережі. Вони можуть бути фізичними й логічними. Шлюзи – це вузли об'єднання кінцевих точок.

Агент MGC (Media Gateway Controller) являє собою центральний керуючий елемент в MGCP-оточенні. MGC здійснює керування діяльністю шлюзів у припущенні, що шлюзи фіксують події й доповідають про їх. Агент, ґрунтуючись на подіях, інструктує шлюзи про дії, які необхідно вживати. Він також ініціює всі Інтернет-радіо-етапи з'єднання.

### **Поняття MGCP**

Базові поняття MGCP:

–Виклики й з'єднання. Дозволяють установлювати наскрізні з'єднання двох і більше кінцевих точок.

–Події й сигнали. Дозволяють телефонним агентам інструктувати шлюзи.

–Цифрові карти й пакети. Дозволяють шлюзам визначати пункт призначення викликів.

### **Взаємодія агентів і шлюзів**

Процес взаємодії телефонного агента зі шлюзами для забезпечення телефонного виклику можна описати наступною послідовністю дій.

1. Агент направляє повідомлення RQNT (Request Notification) кожному шлюзу. Цей запит дає інструкцію шлюзам чекати події off-hook і дати гудок, коли така подія відбудеться. Агент також повідомляє про необхідність моніторингу інших подій. Надаючи цифрову карту в запиті, агент дозволяє шлюзам зібрати цифри перед тим як інформувати про подію агента.

2. Шлюз відповідає на запит. Із цього моменту агент і шлюзи чекають подій.

3. Шлюз А посилає оповіщення (NTFY) агентові, повідомляючи його, що необхідна подія відбулася.

4. Після підтвердження можливості агент інструктує шлюз А створити з'єднання (CRCX) з його кінцевою точкою.

5. Шлюз відповідає дескриптором сесії. Дескриптор визначає, як мінімум, IP-адресу й UDP-порт для наступної RTP-сесії. Шлюз не має дескриптора сесії віддаленої сторони, і з'єднання переходить у режим очікування.

6. Агент відправляє запит на з'єднання шлюзу В. У запиті агент надає дескриптор сесії, що він одержав від шлюзу А. Агент також посилає інструкції про те, які в цей момент події важливі і які сигнали шлюзу генерувати. У цьому випадку такою подією є off-hook, сигналом – дзвінок.

7. Шлюз В відповідає на запит і повідомляє свій дескриптор сесії.

8. Агент передає дескриптор сесії шлюзу А в запиті MDCX (Modify Connection). Тепер шлюзи можуть установити RTP-сесії для передачі голосу.

9. Наприкінці виклику одна з кінцевих точок розпізнає перехід у стан on-hook. Допустимо, це трапилося на шлюзі А. Тому що агент проінструктував повідомити про таку подію, шлюз А посилає агентові повідомлення.

10. Агент розсилає повідомлення DLCX (Delete Connection) кожному шлюзу.

11. Шлюзи видаляють з'єднання й відповідають.

### **Розробка структурної схеми**

Типова система передачі поточкових аудіоданих інтернет-радіостанції складається із трьох базових елементів:

- станції;
- сервера (повторювача);
- клієнта.

Структурна схема інтернет-радіо представлена на рисунку 3.1.

Функціонування сервера й клієнта інтернет-радіо забезпечується типовими програмно-технічними засобами, тому нижче розглядаються тільки питання організації

роботи станції інтернет-радіо як найбільш складного й відповідального компонента. Крім потоку звукових даних, станція передає текстові метадані – наприклад, інформацію про себе саму й про поточну композицію, що пропонується для прослуховування клієнтів.

Дане рішення забезпечує висока якість віщання по відносно ненадійних каналах зв'язку й розраховано на професійні студії, використовувані ширококомовними радіостанціями, хоча з його допомогою організувати трансляцію можуть і індивідуальні користувачі.

Перетворення аудіосигналу для його передачі на адресу сервера за IP-каналом виробляється за допомогою аудіокодеку Instreamer, до якого можуть підключатися різні джерела сигналу, включаючи мікрофон і аудіопрогравач. Аудіодані, що надходять від сервера, перетворюються за допомогою аудіокодеку Exstreamer і виводяться на навушники або гучномовець. Паралельно вони можуть записуватися в цифровому або аналоговому виді на відповідний пристрій.

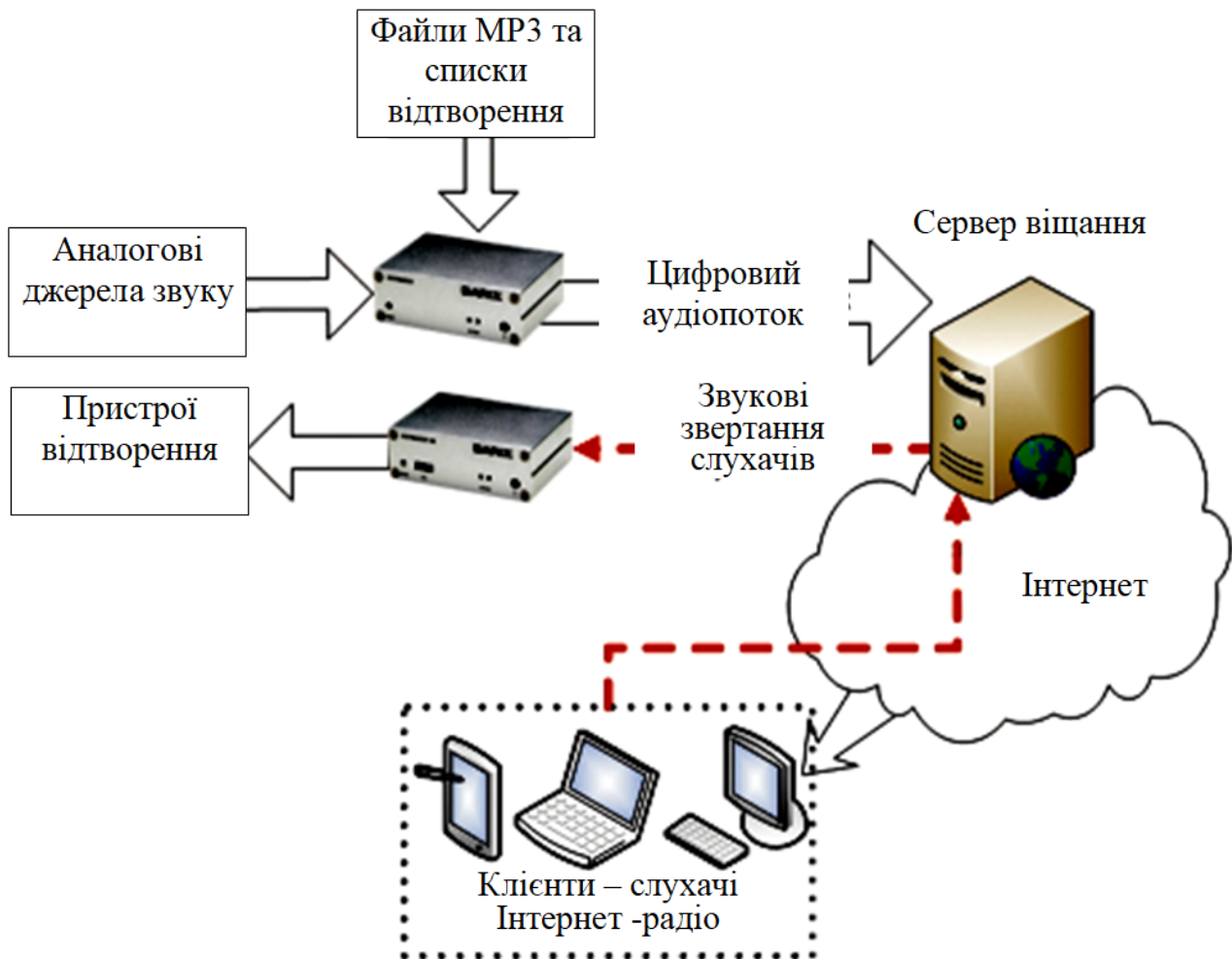


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Статистичний аналіз роботи інтернет-радіо здійснюється з використанням відповідних програм на вхідному в його состав комп'ютері, а стандартні можливості застосовуваних пристроїв можна розширити за допомогою високорівневого мови програмування Audio Varix Control Language, що дозволяє писати додатка для різних аудіокодеків.

Аудіокодек Instreamer являє собою багатопротокольний перетворювач високоякісних звукових стереосигналів у потік цифрових даних, переданих по мережах IP. Він підтримує формати аудіоданих MP3, PCM, G.711 і G.722, які транслуються в цифрових форматах TCP, UDP, Shoutcast/Icecast і Multicast RTP; забезпечує передачу поточкових звукових сигналів з мінімальною затримкою, що гарантує високу якість звуку; має функцію трансляції музики у

фоновому режимі й тимчасовій зупинці музичної трансляції для реалізації додатків IP-телефонії.

Аудиокодек Exstreamer являє собою багатопроколовий перетворювач IP-поточку аудіоданих у форматах TCP, UDP і Multicast RTP у звуковий сигнал для його виводу на навушники, гучномовець або підсилювач у форматах AACplus, MP3, Ogg Vorbis, G.711, PCM (лінійне декодування). Перетворювачі, що випускаються, адаптовані для роботи з різними зовнішніми пристроями в заданих конфігураціях. Вони можуть використовуватися як приймач і програвач інтернет-радіо, мати рознімання для карти пам'яті стандарту MicroSD або інтерфейс USB для підключення зовнішньої флеш-пам'яті.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів клієнтського модуля Інтернет-радіо. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем клієнтського модуля Інтернет-радіо; Досліджена система клієнтського модуля Інтернет-радіо; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи клієнтського модуля Інтернет-радіо. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання клієнтського модуля Інтернет-радіо. 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., 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 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.
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.Бутаков, магістр гр. КН-22М-1

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ДОМУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ LCN

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

**Постановка проблеми.** Поняття «Розумний будинок» або «Інтелектуальний дім» стає сьогодні досить звичним не тільки в колі технічних фахівців, але й серед людей, далеких від техніки автоматизації будинків. У поняття «будинок» ми можемо включити практично будь-який будинок: житлове приміщення, офіс, виробничий корпус. Всі ці спорудження поєднує наявність великого числа самих складних інженерних систем і комунікацій, які перебувають у постійній взаємодії з людиною й навколишнім середовищем. І ми, перебуваючи в кожному із цих будинків або приміщень, очікуємо наявності комфортних для нашого життя й роботи умов, незалежно від погоди на вулиці, температури, вологості, освітленості й т.д. Яким повинен бути гарний сучасний будинок? Насамперед, зручним. Система «Розумний будинок» надає поняттю комфорту новий, не досяжний раніше зміст, суть якого в тому, що будинок стає «слухняним», він кориться волі свого хазяїна й навіть угадує його бажання, «підкинується» про нього.

Багато хто погодяться із твердженням, що достаток приладів у будинку нерідко не спрощує, а ускладнює життя його мешканцям. Саме для об'єднання всіх систем керування технікою, що забезпечує умови перебування людини в будинку й адаптації їх для конкретного користувача, і була створена система «розумний будинок».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інтелектуального дому з використанням технології LCN.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інтелектуального дому з використанням технології LCN.

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

- Огляд існуючих систем інтелектуального дому з використанням технології LCN.
- Дослідження системи інтелектуального дому з використанням технології LCN.
- Програмна реалізація системи інтелектуального дому з використанням технології

LCN.

*Об'єктом дослідження є процес інтелектуального дому з використанням технології LCN.*

*Предметом дослідження є методи інтелектуального дому з використанням технології LCN.*

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

**Виклад основного матеріалу.** Для опису функціонування системи надамо повний опис технології LCN. LCN – німецька система автоматизації як для домашньої так і для промислової автоматизації. Повністю розподілений інтелект. Як середовище передачі використовується звичайне електричне проведення перетином жил 1,5 або 2,5 мм<sup>2</sup>. Реалізується керування практично будь-яким устаткуванням. Оптимальне співвідношення ціна/можливості.

Шина LCN (Local Control Network) є шиною мультимастером і функціонує за принципом шин EIB і LON, так що кожний компонент може самостійно брати участь в обміні даними. Центральний пристрій при цьому не потрібний. Однак між LCN і іншими шинними системами існує концептуальна відмінність.

Згідно даним виробника, система LCN задовольняє потреби клієнтів при будівництві як приватних будинків, так і великих промислових об'єктів.

З 1994 року понад 1000 об'єктів були оснащені системою LCN (житлові комплекси, об'єкти середнього й великого бізнесу).

Як лінія передачі система LCN використовує додаткову жилу стандартного кабелю марки NYM. Це дозволяє заощаджувати на прокладці додаткового шинного кабелю й не вимагає проведення додаткової мережі. Передача даних відбувається в первинній смузі частот.

#### **Принцип передачі даних**

Для реалізації процесу обміну даними необхідна наявність середовища передачі. Дотепер розглядалися такі лінії передачі, як кручена пара, радіочастоти або модульований сигнал несучої частоти, переданий по електромережі напругою 220 В. У системі LCN дані передаються по додатковій жилі стандартного проведення NYM. Тобто при монтажі системи використовується пятижильний кабель NYM. Якщо він є в наявності, виходить, будинок підготовлений до установки сучасного шинного встаткування. Передача даних відбувається в первинній смузі частот. При цьому відмовляються від використання несучої частоти, а швидкість передачі даних становить 9600 бод. При такій швидкості передачі система LCN може відправляти до 100 телеграм у секунду. Радіус дії системи становить 1000 метрів. Цього цілком достатньо для обслуговування великого житлового будинку. Максимальне число LCN модулів, які можуть бути з'єднані один з одним таким способом, становить 254.

Уже із цього можна зробити вивід, що система LCN підходить для застосування не тільки в житловому будинку, але й у великих об'єктах цільового призначення з більшим числом поверхів і кількістю приміщень до 100.

Кожний модуль LCN черпає енергію із власного блока живлення. Це значить, що модулі є взаємно незалежними. Таким чином, при бажанні можна приступитися до установки шини з одним-єдиним модулем. Існує можливість за допомогою високої щільності інтеграції помістити сенсорику, акторику й блок живлення в один модуль.

#### **Практична інсталяція**

Така висока інтеграція дозволяє фахівцеві проводити інсталяцію тим способом, до якого він звик. У тому місці, де раніше встановлювався вимикач, тепер розташовується модуль LCN.

Однак при будівництві необхідно передбачити глибину розеток для убудованого монтажу, щоб вони були сумісні з модулем діаметром 50 мм і глибиною 20 мм.

Старі види вимикачів замінюються клавішами. Якщо зі зворотної сторони стіни в прихожій розташована клавіша, вона також приєднується до убудованого в кімнаті модулю.

Живильні проведення світильників (максимум дволампових) підключаються безпосередньо до двох 230-вольтових виходів LCN-модуля.

Таким чином, без зміни монтажу системи клієнт одержує ряд нових функцій:

- Плавне регулювання світла із двох незалежних виходів з будь-яким часом диммування.
- Наявність входу для ІЧ-дистанційного керування з  $16 \times 3 = 48$  функціями.
- Динамічне групове формування.
- Рахункові й арифметичні функції керування.
- Система візуалізації (вивід інформації на табло).
- Миготлива лампа як датчик сигналу для людей з ушкодженням слуху, наприклад замість дверного дзвінка.
- Облік і обробка даних.

У приватному будинку напевно затребувані не всі можливості, які пропонує система LCN. Проте, фахівець із монтажу увесь час одержує замовлення від клієнтів на нестандартне виконання роботи. Це веде до збільшення зобов'язань перед клієнтом і, крім того, демонструє професіоналізм і компетенцію фахівця.

Технологія LCN надає можливості підвищення кваліфікації й освоєння нових областей. Наприклад, якщо електрик може приєднати до убудованого модуля тільки маленький температурний сенсор розміром  $10 \times 20$  мм, то йому не важко буде розібратися в технології регулювання температури й освоїти область створення штучного мікроклімату.

### **Принцип функціонування шини LCN**

Шина LCN є командно-орієнтованою системою. Відправлена клавішею телеграма-команда повністю описує виконавчу функцію. Ця команда могла б звучати, наприклад, у такий спосіб: «активізувати другий вихід через 5 секунд на 90% освітленості».

Цей процес відрізняється від колишньої практики: програмування функції в активаторі й вимоги її виконання за допомогою подачі команди, наприклад перемиканням клавіші. LCN використовує для передачі даних мінімум 24 біта корисної інформації, що перебуває в сенсорі, а не в активаторі. Ця відносно висока маса даних приводить до більшої гнучкості програмування.

Таким чином, 10 різних клавіш відповідними символами описують 10 різних часів, збільшення й зниження яскравості освітлення або зміни світлових сцен. Це відбувається завдяки простому збереженню команди у встановленому клавішному вимикачі.

### **Зв'язок з іншими системами**

Сполучення системи LCN з іншими системами легко здійснено завдяки командно-орієнтованій роботі.

Установники обох шин не повинні домовлятися, щоб призначити функцію, наприклад, для активатора. Кожний може розпорядитися відповідним активатором по власному розсуді. Необхідно тільки знати, які є модулі в системі LCN. Цю інформацію можна одержати безпосередньо із шини. При цьому монтери одержує не тільки інформацію про функції відповідного приладу, але й точний опис завдань модулів у текстовій формі.

Повідомлення про поточний робочий стан можна одержати із шини в будь-який момент. Тому система LCN сумісна з іншими системами.

Не тільки в об'єктах цільового призначення, але й в Smart Home бажано постійно або по запиту мати подання про стан роботи сенсорів і активаторів. У цьому випадку шинна система має незаперечну перевагу перед звичайною кабельною системою. У будь-якому місці шини можуть бути встановлені табло або так звана Home-Management-System. Сигнальне проведення, необхідний у випадку звичайного кабельного з'єднання, є тут зайвим. Це забезпечує скорочення інсталяційних витрат, а разом з тим і вартості системи.

Також важливі ролі грають механізми індикації статусу й квітування. У випадку деяких систем створюється враження, що про це просто забули. Іноді пропонується спрощений метод контролю: сигнальна лампочка показує, що ввімкнувся активатор. Чи відбулося це насправді, залишається невідомим.

LCN має у своєму розпорядженні триступінчасту систему індикації статусу системи: функціональне квітування, індикація статусу, команди статусу.

1. Функціональне квітування. Необхідно запитувати функціональне квітування для кожної телеграми. У ході цього процесу повинне виконуватися квітування не тільки прийому повідомлень, але й виконання заданих функцій. Наприклад, прийнята команда «опустити жалюзі». Через застопорення механізму або іншого робочого стану вона не може бути виконана. У такому випадку не досить відіслати назад квитанцію «команда прийнята». Система LCN посилає службове повідомлення «команда не виконана» і, більше того, указує причину відмови. Подальшим важливим аспектом є безпосередній зв'язок передавача із приймачем і той факт, що LCN-приймач може самостійно створювати телеграми квітування. Якщо в проміжках включені маршрутизатори або з'єднувачі, то вони автоматично передають функціональну квитанцію далі. Причина, по якій механізм квітування не функціонує в системі ЕІВ, полягає в тому, що формування квитанції відбувається вже на першому з'єднувачі, хоча приймач ще взагалі не одержав ніякої команди.

2. Індикація статусу. Статус всіх входів і виходів модулів системи LCN постійно перевіряється спеціальною програмою-монітором. Тому кожна команда, кожний вхідний сигнал, а також сигнал про несправність моментально надходять у шину. LCN має у своєму розпорядженні спеціальний канал повідомлення, що видає інформацію про кожне повідомлення в режимі реального часу від місця виникнення події. Світлові табло або Home-Management-System постійно опитують канал. Внаслідок цього налагодження режиму візуалізації не викличе в майстра ніяких складностей. Майстер повинен вибрати зі списку всіх модулів модуль індикації й визначити параметри відображення: статус входів, виходів, реле або показання інших табло або установок візуалізації. Стан лампочок на світловому табло може підтримувати чотири режими: «вмк/вимк/мигає» і «мерехтить». Лампочка може мигати, якщо в групі світильників який-небудь із них не працює. При наявності системи Home-Management-System можливо навіть визначення точного місця розташування неробочого світильника. Також можна створювати запит на те, щоб одночасно відображалися перше й останнє значиме повідомлення. За допомогою реєстра сум можна зв'язувати й обробляти повідомлення. Обширною функцією формування повідомлення керує модуль системи. У якості табло використовується 4+1-діодна стандартна клавішна панель ЕІВ.

3. Команди статусу. Команда статусу – це третій щабель системи індикації LCN. Вона дає можливість компоненту відправляти команду на шину завжди, коли що-небудь діє на вході або виході модуля. Наприклад, вихід модуля, відповідальний за освітлення, міг би також управляти вентилятором у ванноу. Тому що працюючий вентилятор створює сильний шум, то під час користування душем можна змусити його працювати тільки на 25%. Після того як людина покине ванну кімнату й виключить світло, вентилятор увімкнеться на повну потужність і зробить ґрунтовне очищення повітря. Для цього необхідно виконати тільки дві LCN-команди.

Інсталяція системи LCN не викличе в електромонтера ніяких труднощів, тому що вона не вимагає попередніх робіт, що підготовляють будинок до установки сучасного встаткування. Наявність вільної жили кабелю NYM є достатньою умовою для початку установки системи. Система не має потреби в блоці живлення, тому витрати на її інсталяцію значно знижуються. Завдяки великій кількості функцій, які можуть одночасно виконувати модулі, потрібна менша кількість спеціальних компонентів. Висока потужність шини LCN забезпечує навіть роботу великого встаткування. LCN пересилає не тільки окремі біти, а докладні функціональні описи. Це забезпечує у свою чергу високу гнучкість у параметруванні встаткування. Для навчання параметруванню, згідно даним виробника, досить одного дня.

Спеціалізоване програмне забезпечення (ПЗ) на комп'ютері загального призначення можна розділити на кілька груп:

– Функціонально закінчене ПЗ, орієнтоване на виконання конкретних споживчих завдань. Прикладом може служити програма Home Assistant компанії Siemens. У рамках цієї програми вже створені користувальницькі інтерфейси для керування освітленням,

опаленням, електроспоживанням й іншим устаткуванням. Залишається тільки настроїти програму, тобто прив'язати її до реальних датчиків і виконавчих механізмів. Такі програми мають убудовану підтримку EIB-протоколу й забезпечують зв'язок з інсталяцією по послідовному інтерфейсу RS-232 та USB.

– Інструментарій для створення користувальницьких інтерфейсів. Багато постачальників EIB компонент (Siemens, Merten, ABB, Gira і ін.) пропонують так звані програми візуалізації, які дозволяють інсталятору самостійно формувати користувальницький інтерфейс із бібліотеки елементів і зв'язувати їх із установленим устаткуванням. Як і попередня група програм, вони також мають убудовану підтримку EIB-протоколу.

– Системне програмне забезпечення, що забезпечує доступ до об'єктом EIB-інсталяції з інших програм з підтримкою сучасних стандартів обміну даними по локальних і глобальних комп'ютерних мережах. Гарним прикладом такого ПЗ служить бібліотека функцій Falcon, розповсюджувана Асоціацією EIB. Ця 32-розрядна бібліотека побудована на основі технології DCOM для операційних систем Windows XP/7 і забезпечує для сторонніх програм можливість доступу до EIB-пристроїв і їхніх комунікаційних об'єктів, до групових адрес, а також багатий сервіс по тестуванню системи. Асоціація EIB також поширює побудований на базі цієї бібліотеки OPC-сервер, що забезпечує для існуючих на ринку програмних комплексів керування спорудженнями стандартний інтерфейс із EIB-інсталяцією.

Унікальність систем автоматизації будинків LCN полягає в ряді переваг, які дозволяють їм упевнено конкурувати із системами інших виробників, заснованих на EIB/KNX устаткуванні:

- спрощений монтаж (для передачі даних використовується всього одне резервне проведення в стандартному NYM-електрокабелі);
- проста проектування;
- технологічно більше надійний спосіб передачі інформації (дозволяє використовувати систему в умовах підвищеної чутливості до електроперешкод);
- більш низькі витрати на установку (для системи не потрібно прокладати окрему мережу й забезпечувати її живлення);
- можливість застосування всіх типів кнопок і спеціальних настінних контролерів від сторонніх виробників (ABB, Gira, Merten і ін.).

Функціонал устаткування LCN:

- охоронно-пожежні системи, системи захисту від повеней і від зловмисників (датчики, сенсори, сигналізації, блокування дверей і вікон, виклик міліції й т.п.);
- контрольна система «свій – чужий» (ідентифікаційні карти, чипи, біометричний контроль, відеоспостереження, імітація присутності людини й т.п.);
- мануальне й/або програмувальне керування електроприводами (жалюзі, воріт, вікон і т.п.);
- віддалене керування будь-якими компонентами системи (sms, umts, gprs);
- керування освітленням і електроживленням («розумна» енергозберігаюча система електроживлення, автоматизація й сценарії включення й вимикання світла й електроприладів, різні режими освітлення, централізоване керування й т.п.);
- керування опаленням, вентиляцією й кондиціонуванням (очищення повітря, підтримка особливого клімату, керування теплими підлогами, диференційована клімат у різних приміщеннях або для різних користувачів);
- керування мультимедійними пристроями (домашні кінотеатри, музичні системи, сценарне підсвічування) і інше.

LCN інтелектуальні bus-модулі. Інтелектуальні bus-модулі – це універсальні компоненти LCN системи, кожне з яких має мікропроцесор і розрізняється функціоналом і областями застосування:

- керування світлом (на театральному рівні, до 200 світлових сцен і ефектів);

- керування освітленням (у тому числі, залежно від денного світла й погоди);
- часове програмування;
- керування вентиляцією;
- керування опаленням;
- керування електроживленням;
- керування електроприводами \ електромоторами (жалюзі, ворота, рольставні й ін.);
- контроль аварійних ситуацій;
- контроль відвідувачів (у тому числі ідентифікація);
- керування системами безпеки декількох рівнів зі складними умовами (у тому числі, блокування замків, попередня й основна тривога, керування декількома сенсорами й акторами й т.п.).

LCN перемикачі, сенсори, модулі. У даній групі компонентів системи LCN представлені:

- бінарні сенсори;
- пристрої відстеження стану до 8 контактів;
- фільтри перешкод;
- функ-приймачі;
- адаптер-кабелі;
- адаптери для з'єднання з різним перемикачами (у тому числі багатоклавішними, EIB/KNX і т.п.);

- адаптери для перемикачів різного типу.

LCN адаптери, перехідні пристрої. У даній групі компонентів системи LCN представлені:

- розподільні підсилювачі;
- адаптери для оптоволоконого кабелю;
- пасивні стикувальні модулі для з'єднання bus-системи з комп'ютером;
- з'єднувач bus-системи.

LCN реле, виходи:

- реле;
- релейні блоки;
- інтерфейси;
- фільтри перешкод і ін.

LCN сенсори, датчики:

- повні сейсмологічні станції;
- перетворювачі аналогового сигналу;
- датчики руху;
- вітряні сенсори (у тому числі з інтегрованими лічильниками імпульсів);
- світлові сенсори для внутрішнього освітлення;
- сенсори освітленості для зовнішнього застосування;
- сенсори дощу й роси (у тому числі з убудованими адаптерами);
- цифрові температурні датчики й ін.

LCN транспондери, аксесуари та інше:

- електро-термічний сервопривод для вентиляції радіатора батареї;
- випрямляч, що згладжує перешкоди;
- пристрій перетворення напруги в мережі в потенційно вільний контакт;
- touch-панель;
- мультиплікатор і подовжувач I-порту;
- 3-х полярний контактний блок із клемми;
- табло з 8-ю клавішами й 12-ю LED;
- навчальний кофр, валіза з LCN bus-системою;
- низьковольтний блок живлення;
- sms-модуль.

LCN сенсорні панелі керування. Елегантні дизайн-вимикачі з мінерального скла. Комфорт, добірність і багатофункціональність:

- 4, 6 і 12 клавіш із 12, 18 і 36-ю функціями відповідно;
- величина й форма клавіш програмувальна (тобто настроюється на будь-який смак);

- індивідуальний дизайн клавіш керування завдяки змінному вкладишу за склом;
- 6 і 12 LED-індикаторів відображаючих статус;
- підсвічування клавіш зсередини;
- GT12: LED температурна гістограма;
- GT6D і GT4D: брильянтова якість OLED дисплея;
- інтегрований ПЧ-приймач для пульта.

LCN контроль доступу, дистанційне керування:

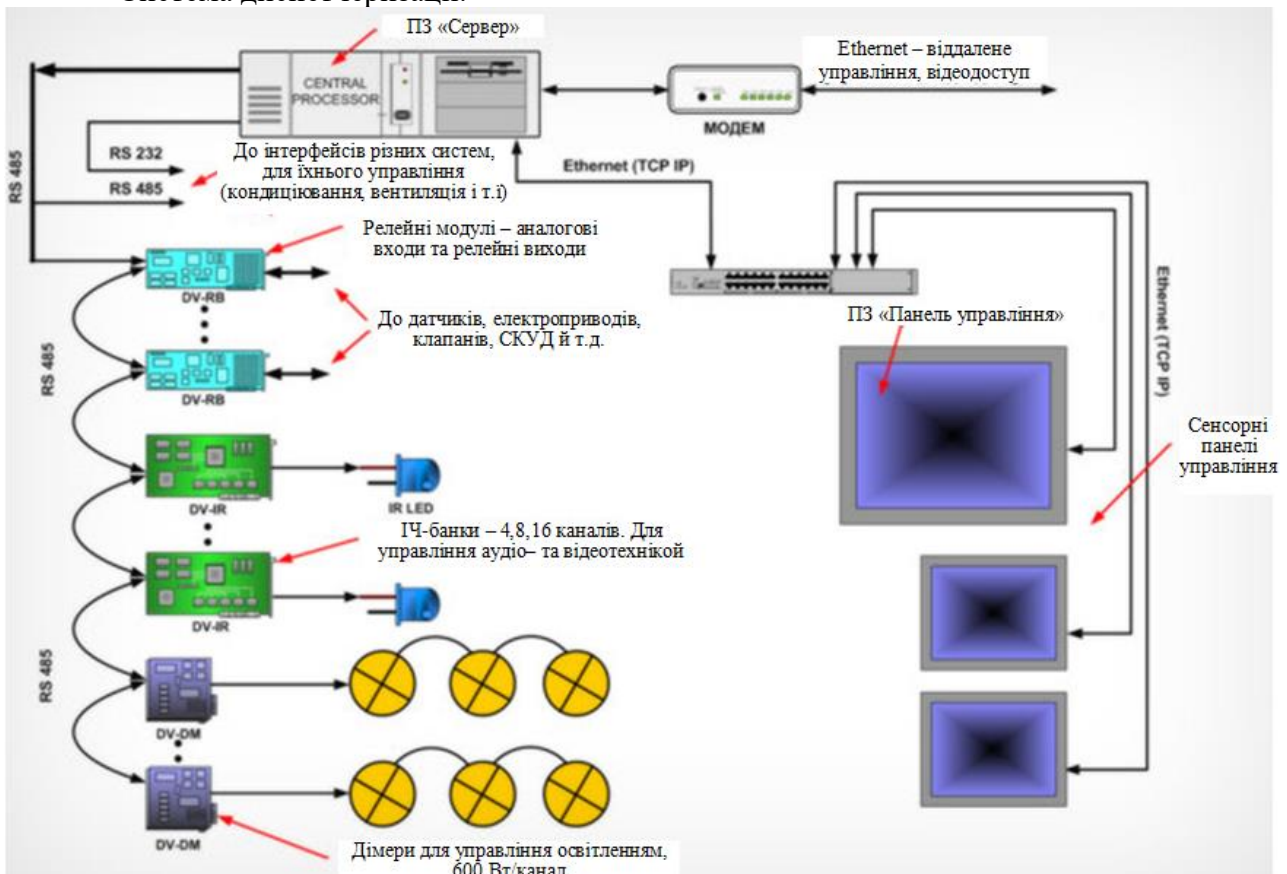
- транспондери;
- пристрої, що зчитують;
- приймач інфрачервоного випромінювання;
- пульт дистанційного керування (у тому числі пульти великої дальності);
- універсальні транспондери-пристрої, що зчитують;
- антена транспондерної системи;
- пластикова карта;
- транспондерні брелоки.

### Розробка структурної схеми

На рисунку 1 зображена узагальнена структурна схема інтелектуального дому.

Сучасний інтелектуальний будинок – це інженерне рішення, яке складається з наступного набору систем:

- Система безпеки.
- Система комфорту.
- Інформаційна система.
- Система диспетчеризації.



## Рисунок 1 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інтелектуального дому з використанням технології LCN. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем інтелектуального дому з використанням технології LCN; Досліджена система інтелектуального дому з використанням технології LCN; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інтелектуального дому з використанням технології LCN. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інтелектуального дому з використанням технології LCN. 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., Yenchey, 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., 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.
  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

**В.Гаєвський, магістр гр. КН-22МЗ***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ БІОМЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

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

**Постановка проблеми.** Наразі комп'ютерні технології почали широко застосовуватися для дослідження біологічних систем і феноменів, таких як електрична активність серцево-судинної системи, мозку, нейромішечної системи й ін. Сучасною тенденцією є кількісний і об'єктивний аналіз біомедичних систем і феноменів через аналіз сигналів [1]. Методи цифрової обробки біомедичних сигналів, що характеризують такі системи, створюються з обліком їхніх специфічних особливостей. Аналіз сигналу від біомедичної системи не є простим завданням, важлива інформація в сигналі часто замаскована шумами й наведеннями, має місце його варіабельність, спостерігається крайня мінливість й розмаїтість ознак у біомедичних сигналах і системах у порівнянні, наприклад, з фізичними системами або спостереженнями. Ці фактори визначають актуальність розробки спеціальних методів для об'єктивного аналізу біомедичних сигналів з використанням алгоритмів обробки, реалізованих на комп'ютері [4]. Такі методи можуть бути засновані на комп'ютерному моделюванні, сутність якого – у побудові моделі, що представляє собою програмний комплекс, що алгоритмічно описує поведження об'єкта або розвиток процесу. Важливо також, що комп'ютерний аналіз біомедичних сигналів, якщо він виконується з використанням адекватної логіки, потенційно здатний підсилити об'єктивну складову інтерпретації, що дається експертом [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи моніторингу біомедичної інформації.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи моніторингу біомедичної інформації.

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

- Огляд існуючих систем моніторингу біомедичної інформації.
- Дослідження системи моніторингу біомедичної інформації.
- Програмна реалізація системи моніторингу біомедичної інформації.

*Об'єктом дослідження* є процес моніторингу біомедичної інформації.

*Предметом дослідження* є методи моніторингу біомедичної інформації.

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

**Виклад основного матеріалу.**

В останні роки охорона здоров'я була однією з головних проблем із зростанням чисельності населення, а також витрат на медицину. У стаціонарі важко проводити постійний моніторинг життєвого сигналу пацієнтів, що негативно впливає на якість життя. Отже, це вимагає винаходу системи автоматичного моніторингу пацієнта, яка допомагає пацієнту спостерігати за станом здоров'я. У цій статті представлено автоматизовану бездротову систему охорони здоров'я на основі Інтернету речей (IoT), яка автоматично визначає стан здоров'я пацієнта за допомогою бездротових датчиків, обробляє дані за допомогою мікроконтролера, зберігає дані на сервері та надсилає їх лікарю в режимі реального часу для подальшого аналізу. Ця стаття зосереджена на представленні детального розуміння розвитку доступної, недорогої та надійнішої системи моніторингу стану здоров'я.

Індустрія медичного обладнання продовжує бути піонером і покращувати результати пацієнтів у всьому світі. Однією з областей розвитку є системи моніторингу пацієнтів. Системи дистанційного моніторингу пацієнтів дозволяють медичним працівникам контролювати пацієнта поза межами лікарні чи медичної клініки. Попит на такі типи медичного обладнання для моніторів пацієнтів зростає до глобальної пандемії COVID-19, але з розгортанням кризи охорони здоров'я здатність надавати допомогу, коли медичні працівники не могли безпечно перебувати поруч зі своїми пацієнтами, стала критичною. Знання та розуміння компонентів систем моніторингу пацієнтів може допомогти індустрії медичного обладнання впроваджувати інновації та розвиватися.

**Що таке система моніторингу пацієнтів?**

Система моніторингу пацієнта — це набір систем та/або процесів, які дозволяють медичним працівникам контролювати стан здоров'я пацієнта. Ці системи часто використовуються для дистанційного моніторингу пацієнтів і також називаються дистанційним фізіологічним моніторингом. Вони використовують цифрові технології для збору та моніторингу даних про здоров'я пацієнтів і передачі їх в електронному вигляді постачальникам медичних послуг, щоб допомогти в оцінці, діагностиці та, зрештою, лікуванні захворювань. Ця технологія революціонує спосіб надання медичної допомоги в Сполучених Штатах, зменшуючи витрати та покращуючи результати для пацієнтів.

**Застосування систем моніторингу пацієнтів**

Легше визначити системи моніторингу пацієнтів у контексті їх застосування. Одним із добре відомих прикладів системи моніторингу пацієнта є електрокардіографія (ЕКГ), яка контролює електричну активність серця. Пацієнти з гіпертонією використовують системи моніторингу для вимірювання артеріального тиску. Пацієнти з діабетом використовують прилади для вимірювання рівня глюкози в крові та запобігання небезпечним ускладненням. Пацієнти з хронічною обструктивною хворобою легень (ХОЗЛ), астмою та іншими респіраторними захворюваннями також покладаються на системи моніторингу, щоб стежити за своїм станом.

**Компоненти системи моніторингу пацієнтів**

Кожен пристрій відрізняється, але системи моніторингу пацієнтів мають три загальні компоненти:

**Пристрій моніторингу пацієнта:** хоча цей термін також може стосуватися системи в цілому, точніше це частина пристрою, яка контактує з пацієнтом або вставляється в нього. Зазвичай він включає датчик, який оцифровує інформацію, і пристрій обробки, який збирає дані та готує їх для аналізу.

**Портал доступу користувачів:** дані, зібрані пристроєм моніторингу пацієнта, будуть марними, якщо їх неможливо переглянути. Оскільки пристрій моніторингу пацієнта збирає дані про здоров'я пацієнта, вони надсилаються або на локальний пристрій збору даних, або на віддалену хмару, щоб зібрати їх у корисну інформацію для використання медичними працівниками. У разі локального доступу користувача він зазвичай складається зі складної системи з'єднання з роз'ємами, джгутами проводів, друкованими платами (PCB) і РК-

екраном, на якому можна переглядати дані. У хмарній системі доступ до інтерфейсу користувача зазвичай здійснюється за допомогою ПК або ноутбука.

**Програмне забезпечення:** і пристрій моніторингу пацієнта, і портали доступу користувачів використовують програмне забезпечення. Хоча апаратне забезпечення пристрою надзвичайно важливе, програмне забезпечення – це те, що перекладає інформацію, щоб її могли зрозуміти та використовувати медичні працівники.

Проблема опису живого організму в цілому далека від свого рішення внаслідок великого різноманіття й складності взаємозалежних процесів, що протікають у ньому, недоліку апріорної інформації про умови існування й властивостях досліджуваних біосистем [1, 2]. У рамках даної проблеми аналіз медико-біологічних даних, розробка математичних моделей і чисельних алгоритмів оцінки параметрів стану біосистем являють собою напрямок, що активно розвивається, застосування методів математичного моделювання й інформаційних технологій у біомедицинських дослідженнях [2, 3].

Основна методологічна проблема оцінки параметрів стану біосистем полягає в різноманітності й фрагментарності первинних біомедицинських даних і, як наслідок, обмеженості їхнього змістовного аналізу традиційними статистичними методами. Наслідком різноманітності вихідних даних є вимога наявності досить більших обсягів багатомірних вибіркового даних для одержання стійких і надійних інтегральних оцінок параметрів стану біосистем, заснованих на спільному аналізі комплексу обмірюваних показників. Крім того, особливістю біооб'єктів є те, що параметри, що характеризують їхній стан, як правило, недоступні для безпосередніх вимірів і оцінюються на основі аналізу «непрямих» експериментальних даних.

Збір, обробка й автоматизований аналіз фізіологічної інформації людини є найважливішою складовою частиною багатьох діагностичних методів сучасної медицини. Комп'ютерні системи збору й обробки електрофізіологічних сигналів є складними апаратно-програмними комплексами, що складаються з безлічі програмних компонентів, що виконують функції реєстрації біомедицинської інформації (БМІ), її обробки й системного аналізу, а також діагностичної й сервісної операції. Основним підходом до проектування подібних комплексних систем довгий час була реалізація монолітної програмної архітектури із заздальгідь заданою функціональністю, забезпечуваною жорстко зв'язаними один з одним програмними компонентами. Функціональні властивості подібних систем практично неможливо було розширити, тому що вони були здатні виконувати лише ті функції, які були закладені на етапі проектування. Однак сучасні вимоги, запропоновані до даних систем, значною мірою, пов'язані з можливостями постійного розширення й нарощування їхніх функціональних властивостей. Важливими проблемами є також універсалізація біомедицинського програмного забезпечення, під яким, насамперед, розуміється проблема повторного використання коду, і подолання наявних перешкод на шляху інтеграції різноманітних комп'ютерних біомедицинських систем (БМС).

За останнє десятиліття досягнуть значний прогрес в області проектування складних програмних систем, що у корені змінив підхід до їхньої розробки й моделювання. Однак відсутність відповідних стандартів не дозволяє повністю скористатися перевагою нового підходу. Успіхи процесу стандартизації, у значній мірі, складаються в розробці документів рекомендаційного характеру, що регламентують інфраструктуру нижчої ланки – протоколів обміну, форматів файлів даних, медичних записів і повідомлень, а також концептуальні моделі взаємодії систем. Поза розглядом залишається, так зване, проміжне програмне забезпечення (ПЗ), під яким розуміється певний функціонально закінчений набір програмних засобів, інтегрованих у рамках обраної операційної системи (ОС), що забезпечує прозору роботу програм у неоднорідному середовищі. Неоднорідними середовищами, з погляду інформатики, є системи (локальні або глобальні), що складаються з компонентів, не сумісних один з одним з погляду програмного оточення.

Таким чином, для реального забезпечення взаємодії різноманітних програмних і апаратних систем необхідний вироблення єдиних специфікацій програмних інтерфейсів ПЗ

проміжної ланки. У цей момент ця робота має високий пріоритет у провідних світових установ по стандартизації, хоча й далека до завершення.

Із цього погляду актуальним є дослідження загальних властивостей комп'ютерних біомедичних систем і розробка з урахуванням вимог сучасних стандартів єдиних інформаційних моделей їхнього функціонування. Реалізація на цій основі універсальної об'єктно-орієнтованої інфраструктури, під якою розуміється безліч програмних компонентів і інтерфейсів із чіткою регламентацією можливостей їхнього використання, дає можливість перейти від монолітної програмної архітектури до компонентно-компонентно-орієнтованої розподіленого, вирішити проблеми універсалізації програмного забезпечення (ПЗ) і значно підвищити економічну ефективність розробок. Істотна різноманітність і різна функціональна спрямованість біомедичних систем робить завдання в загальному значенні практично нездійсненним. Однак існує відносно широкий спектр програмних біомедичних систем, для яких подібне завдання може бути успішно вирішене й, насамперед, для комп'ютерних біомедичних систем збору й математичної обробки електрофізіологічної інформації.

У цілому, у медико-біологічних дослідженнях складається досить суперечлива ситуація. З одного боку, накопичені різноманітні масиви даних, що відбивають усілякі, що зустрічаються в клінічній практиці ситуації [1, 4], а з іншого боку – непропорційно мала кількість інформації, одержувана з їхнього аналізу. У закордонній літературі зустрічається спеціальний термін, що характеризує подібну ситуацію – DRIP-синдром (Data-Rich, Information-Poor – багато даних, мало інформації). Це пов'язане з тим, що, незважаючи на очевидні успіхи, використання математичних методів і обчислювальної техніки в ряді випадків виявляється недостатньо ефективним з погляду прикладних цілей дослідження: спроби точного опису приводять до надзвичайно складного для аналізу математичним моделям, а недостатні обсяги даних не дозволяють проводити адекватні реальним процесам обчислювальні експерименти. Як результат, при гарних теоретичних побудовах практичне застосування математичних моделей і алгоритмів для кількісної оцінки параметрів стану біосистем приводить до широкого розкиду у величині й надійності одержуваних оцінок.

У цей час для дослідження біосистем широко застосовуються методи статистичного аналізу даних [1, 2, 6, 8]. Основна проблема оцінки стану біосистем на їхній основі полягає в різноманітності й фрагментарності масивів первинних біомедицинських даних і, як наслідок, обмеженості їхнього змістовного аналізу традиційними статистичними методами. Зокрема, наслідком такої різноманітності є вимога наявності досить більших обсягів багатомірних вибіркового даних для одержання стійких і надійних інтегральних оцінок стану біосистем.

Інші методи одержання узагальнених оцінок стану біосистем засновані на, так званих, «модельно-незалежних» підходах: побудові напівемпіричних індексів стану, таких як:

- біохімічні, клінічний індекси [5];
- аналізі вербальних даних на основі теорії нечітких множин [2];
- методах багатомірного шкалювання [2];
- нейромережних технологіях [3, 7];
- методах мета-аналізу даних [3, 8] і ряді інших.

Така розмаїтість використовуваних методів ясно показує, що проблема одержання оцінок стану біосистем далека від свого рішення. Об'єктивне існування загальних системних закономірностей функціонування біосистем обумовлює необхідність комплексного підходу до розробки математичних моделей і алгоритмів оцінки параметрів їхнього стану [1, 2, 5], причому ефективність використання всієї сукупності різномірних біомедицинських даних істотно визначається можливостями їхнього узгодження, тобто розробки концепції їхнього спільного використання для одержання більше надійних оцінок параметрів стану біосистеми або нової інформації про її властивості.

З методологічної точки зору кількісною оцінкою стану біосистеми є інтегральні характеристики, що розраховуються по сукупності багатомірних даних, що характеризують її стосовно деякого референтного стану, у якості якого найбільше часто використовується функціональний стан біосистеми який представляє норму або, у випадку діагностики

захворювань, – стан здоров'я. Якщо властивості системи повністю відомі, то якість одержуваних інтегральних характеристик може бути досліджене аналітично. В умовах недоліку апріорної інформації про властивості біосистеми більше адекватними будуть оцінки, отримані методами статистичного моделювання.

Таким чином, розробка концепції узгодження біомедицинських даних, математичних моделей і методів оцінки параметрів стану біосистем є актуальною, як з погляду рішення фундаментальних і прикладних проблем в області медицини й біології, так і додатка методів математичного моделювання до дослідження біологічних об'єктів. Важливим складовим елементом у реалізації даного підходу є створення комплексу проблемно-орієнтованих комп'ютерних програм, що забезпечують як можливість нагромадження результатів досліджень у вигляді деякої інтегрованої системи даних, так і проведення кількісних оцінок стану біосистем різного рівня структурно-функціональної організації.

### **Розробка структурної схеми**

До складу системи можуть входити: пристрій реєстрації ЕКГ, монітор артеріального тиску, пульсовий оксиметр, портативна ЕОМ, генератор тестових ЕКГ-сигналів, а також інші пристрої реєстрації електрофізіологічних сигналів.

Конфігурація модулів, що підключаються, залежить від конкретних початкових установок. У цьому випадку, у контексті реєстрації ЕКГ активізовані компоненти відображення ЕКГ, попередньої обробки, інтегрованої БД, а також модуль візуального керування пристроєм реєстрації ЕКГ.

Конфігурація розробленого ПЗ у вбудованому виконанні, побудована на базі промислової одноплатної ЕОМ, представляючої у якості інтерфейсу керування 7 функціональних клавіш розташованих по периметрі РК-екрана й маніпулятор. Програмною платформою даної ЕОМ може бути довільна Windows-сумісна ОС, у тому числі є можливою адаптація й під платформу Microsoft Pocket PC 2002, що є розвитком що вбудовуються ОС лінії Windows CE.

Функціональні призначення клавіш керування відображаються на екрані в конкретний момент роботи програми. Панелі керуючих клавіш також реалізовані у вигляді модулів, що підключаються, для уніфікації процедури керування екранними видами.

Структура програмного забезпечення розробленого ПЗ у вбудованому виконанні, повністю відповідає повноцінній версії. Версія розробленого ПЗ, що вбудовується, функціонує у двох базових режимах: у режимі знімання й у режимі аналізу ЕКГ. У режимі знімання відбувається відображення в реальному часі кардіограми одержуваної від пацієнта. Останні 15 сек. відображуваної кардіограми при переході в режим аналізу використовується для аналізу ЕКГ. Модуль аналізу ЕКГ робить виміри характеристик певних QRS-комплексів і порівнює значення з нормативами, що відповідають, підлоги, віку, вазі й росту пацієнта.

Знята кардіограма й результати аналізу зберігаються на локальному диску й карті пам'яті, що підключається. Ці дані також можуть бути переспрямовані на наступні пристрої передачі даних: інтерфейс IrDa, модем (у тому числі для супутникової й стільникової телефонії), стандартний мережний інтерфейс. розробленого ПЗ у дослідницькому й виконанні, що вбудовується, мають єдиний менеджер друку, що підтримує режим безперервного паперу, що забезпечує необхідні масштаби по амплітуді й часу подання електрокардіографічного й супутніх сигналів

З метою полегшення створення й модернізації нових програмних комплексів ми вирішили використовувати структурований системний підхід. Так, на рисунку 1 зображена структурна схема розробленої системи, що повинна стати основою для формування конкретних програмних комплексів, наприклад, реографа, електроенцефалографа, спірографа й т.д. У цю систему повинні ввійти загальне ядро цих комплексів, базові алгоритми обробки, система інтерфейсу й т.п. Переваги цього підходу очевидні, тому що у випадку модернізації якого або базового алгоритму немає необхідності міняти його у всіх комплексах, досить змінити його в базовій системі, і, автоматично, новий алгоритм працює у всіх комплексах, створених на основі цієї системи. Точно так само вносяться й всі нові

алгоритми. У випадку переходу на нову версію операційної системи, досить оновити тільки базову систему. Прискорюються також і строки створення будь-якого нового комплексу. Новий комплекс має інтерфейс і систему керування подібну з попередніми комплексами, що відразу вирішує проблему сумісності й усуває необхідність переучування персоналу працюючого з комплексом.

При проектуванні діагностичної системи, я базувався саме на принципах реалізації ідеї медичних інформаційних технологій «без кордонів».

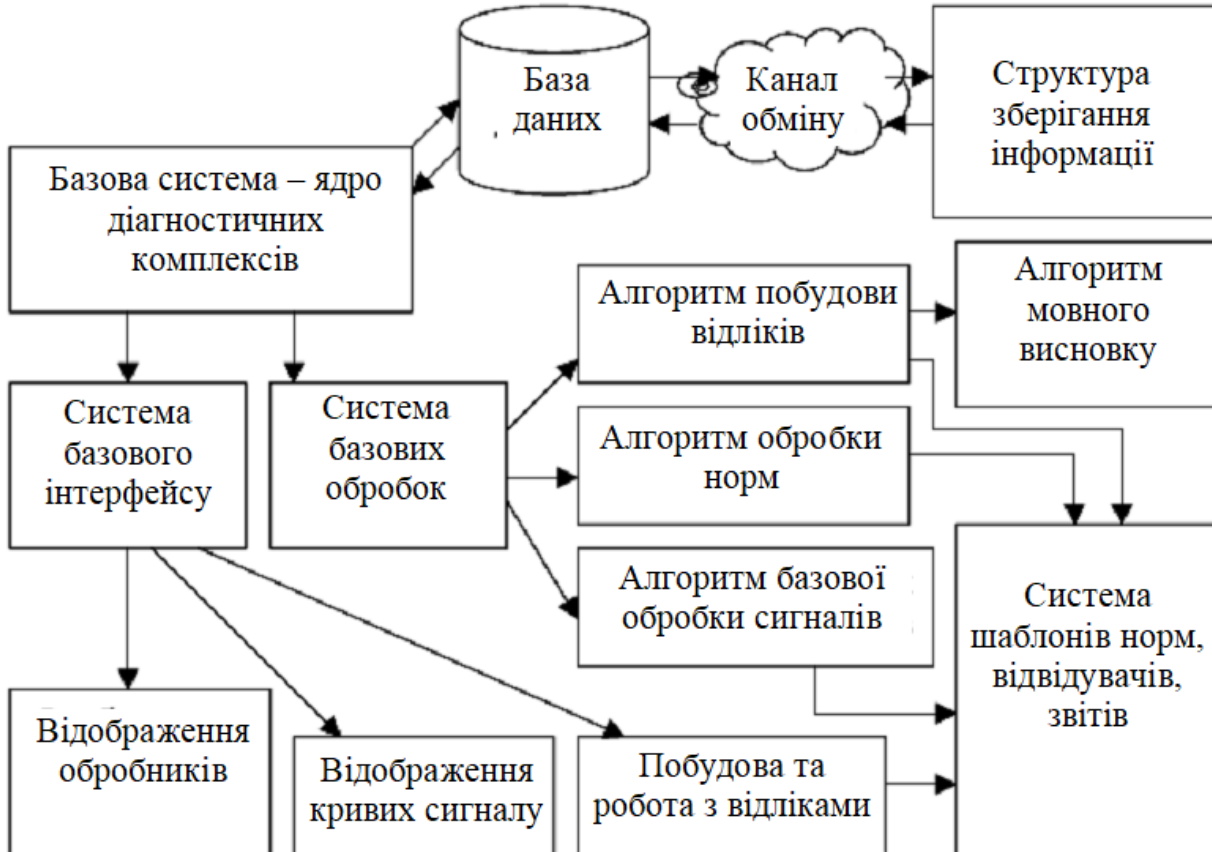


Рисунок 1 – Структурна схема системи

### Платформна переносимість

Для забезпечення платформної переносимості медична система створювалася під сімейство операційних систем Windows, тому що саме ці операційні системи найпоширеніші в області домашніх і робочих систем і мають тенденцію до платформної незалежності. Єдність API цих операційних систем дозволяє з малими витратами робити адаптацію медичної системи для використання з портативними комп'ютерами. Архітектура, що просувається в останній час корпорацією Microsoft.NET дозволяє створювати дійсно крос-платформні програмні продукти, однак має деякі недоліки, як, наприклад, істотні вимоги до пропускну здатності лінії зв'язку, внаслідок чого варто ретельно зважити виграти і накладні витрати, пов'язані з перекладом на цю архітектуру. З огляду на сучасні тенденції розвитку Internet в Україні, у цей час нам представляється поки недоцільним створювати медичні системи на основі цієї архітектури.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів моніторингу біомедичної інформації. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем моніторингу біомедичної інформації; Досліджена система моніторингу біомедичної інформації; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи моніторингу біомедичної інформації. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати

завдання моніторингу біомедичної інформації. 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., 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., 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.
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,
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 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.
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.

УДК 004

**Н.Гаращенко, магістр гр. КІ-22МЗ***Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ

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

**Постановка проблеми.** За оцінкою аналітиків, архіви корпоративної інформації подвоюється кожні два роки, причому 80% обсягу даних, збережених в електронному виді, доводиться на неструктуровану інформацію. При існуючій тенденції прогнозується подальше прискорення темпів росту, що ставить перед фахівцями в області інформаційних технологій (ІТ) завдання забезпечення функціонування інформаційних систем (ІС) із заданими параметрами.

У цей час активно ведуться роботи зі створення єдиних інформаційних просторів, що забезпечують тісну взаємодію територіально розподілених підрозділів за допомогою глобальних обчислювальних мереж, що припускає використання відкритих інформаційних систем. У зв'язку із цим до інформаційних систем пред'являються вимоги інтероперабельності, масштабованості, переносимості, продуктивності, надійності, інтеграції з іншими ІС. Проектування й експлуатація систем пов'язано з вибором состава технічних пристроїв, засобів зв'язку, структури й організації обчислювальної мережі, структури й організації зберігання інформаційного ресурсу (ІР). Саме тому особливий інтерес у цей час здобувають методи, які дозволяють оцінити параметри програмно-апаратного комплексу (ПАК), використовуваного для зберігання ІР.

У відомих роботах вирішувалися, як правило, завдання, пов'язані з підвищенням ефективності пошуку, передачі й аналізу інформації. Разом з тим, у цей час актуальні питання, пов'язані зі зберіганням ІР.

Аналіз практичних розробок показує, що пропонується широкий спектр програмно-апаратних комплексів зберігання, пошуку ІР. Але відсутня методика формування структури ІР, що створює проблеми ефективності їхнього застосування.

Потрібен комплексний аналіз ІС по якісних і кількісних характеристиках, обмеженням і цільовим критеріям з погляду оптимізації структури ІР, що сприяє збільшенню ефективності функціонування інформаційних систем, зниженню ризиків у діяльності організації, зниженню витрат на зберігання ІР.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи оптимізації структури інформаційного ресурсу.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи оптимізації структури інформаційного ресурсу.

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

- Огляд існуючих систем оптимізації структури інформаційного ресурсу.
- Дослідження системи оптимізації структури інформаційного ресурсу.
- Програмна реалізація системи оптимізації структури інформаційного ресурсу.

*Об'єктом дослідження є процес оптимізації структури інформаційного ресурсу.*

*Предметом дослідження є методи оптимізації структури інформаційного ресурсу.*

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

**Виклад основного матеріалу.** Рівень забудови міста терміново потребує більш високого рівня, що спричиняє дефіцит земельних ресурсів та мінеральних ресурсів та висуває нові виклики в процесі управління земельними ресурсами, тож як покращити швидкість використання землі та корисних копалин ресурсів стала ключовою проблемою, яка нагально потребує вирішення в даний час, і відділу управління земельними ресурсами необхідно ефективно поєднувати:

- інформаційні технології;
- технології управління інформацією про землю;
- технології управління інформацією про ресурси [23–26].

Використання вищезазначених технологій може підвищити ефективність управління інформацією про землю та мінеральні ресурси, а приплив інформаційних технологій поступово став напрямом удосконалення розвитку управління земельною безпекою.

Поступово зростає рівень інформаційного розвитку. Інформаційні технології призвели до стрімкого розвитку інших галузей. Стрімкий прогрес індустрії високих технологій крок за кроком став важливим індикатором розвитку регіону країни, а також напряму. Ця технологія є не лише результатом опадів, але й прагненням до передових результатів.

Вчені часто хочуть використовувати цей новий продукт, щоб зробити більший крок у своїй власній галузі, тому в рамках цієї роботи прагну ефективного використання управління земельними ресурсами та природною інформацією землі.

Управління земельними ресурсами стало ключовим завданням. Управління земельними ресурсами відіграє дуже важливу роль у довгостроковому розвитку нашої економіки та суспільства. Коли виникають нові явища, вони також викликають деякі нові труднощі. Нові труднощі створюють нові проблеми для польового персоналу, ці проблеми охоплюють інші ключові суперечливі питання, такі як незаконне використання та окупація землі.

Таким чином, для забезпечення ефективності та точності земельних ресурсів та інформації має дуже необхідне практичне значення, у процесі роботи, для забезпечення чесності та відкритості інформації, забезпечуючи при цьому точність та прозорість інформації. Обмін інформацією має також гарантувати, що всі відділи можуть ефективно використовувати, розглядаючи підтримку системи, сподіваючись на те, щоб прагнути до простоти та створення ідеального та розумного робочого механізму та потоку інформаційних даних. Наступ інформаційної ери також може стати революцією в режимі управління урядовими департаментами, що не тільки означає, що бізнес уряду поступово стає прозорим і відкритим, але також, з іншого боку, може допомогти відповідним державним службовцям використовувати інформаційні технологічні продукти для досягнення повсякденної справи дозволили управління та навіть використання інформаційних технологій для побудови браузерно-серверного режиму системи управління та використання високопродуктивних серверів у обробному терміналі системи. Інформаційна технологія використовується для побудови системи керування в режимі браузера-сервера, а високопродуктивний сервер використовується як ядро внутрішньої обробки для побудови ієрархічної та централізовано керованої інформаційної системи, як показано на рисунку 1.

Рівень розвитку інформаційних технологій поступово підвищується, інформаційні технології призвели до швидкого розвитку інших галузей, а також є встановлення наукового

розвитку наукових знань, пов'язаних із безперервним розвитком. Завдяки впровадженню землекористування в систему землеустрою, новому закону про землеустрій країни, плануванню землекористування для охорони орних земель та ряду регуляторних заходів у всіх аспектах, швидкий прогрес високотехнологічної промисловості крок за кроком став важливий показник регіону країни в розвитку та напрямку та зрілих та передових інформаційних систем управління в застосуванні, тоді як інформаційні технології також є ступенем модернізації, рівнем економічного розвитку важливих показників оцінки, географічних інформаційних систем та продуктів автоматизації офісу, який має крок за кроком процес, щоб стати популярним. Система управління земельною інформацією для управління земельними ресурсами забезпечує хороші робочі інструменти та інтерфейси, використовуючи кращі методи та способи для виконання відмінної роботи.

Управління земельними ресурсами відіграло дуже важливу роль у довгостроковому розвитку нашої економіки та суспільства. Це новостворене соціальне явище часто також породжує нові проблеми. У кількох галузях це так. З такими проблемами стикається і управління земельними ресурсами. Ці проблеми охоплюють інші ключові суперечливі питання, такі як незаконне використання та зайняття землі. У той же час, рівень будівництва наших міст терміново потребує підвищення, що спричиняє дефіцит земельних ресурсів та мінеральних ресурсів. В процесі управління земельними ресурсами виникають нові виклики, тому як підвищити швидкість використання землі та мінеральних ресурсів стало ключовим питанням, яке нагально потребує вирішення на даний момент, а відділам управління земельними ресурсами необхідно ефективно поєднувати інформаційні технології, технологія управління інформацією про землю та технологія управління інформацією про ресурси. Використання вищевказаних технологій може підвищити ефективність управління інформацією про землю та мінеральні ресурси. Приплив інформаційних технологій поступово стає напрямком удосконалення розвитку управління земельною безпекою.

#### **Розробка структурної схеми**

Для розрахунку вхідних параметрів структури ІР пропонується функціонально-орієнтований підхід, відображений на структурній схемі (рисунок 1), що виконується в наступні етапи:

– збір статистики використання ІР і-м процесом (**етап 1**):

$v_i$  – сумарний обсяг, Мб;

$k_i$  – число користувачів;

$z_i$  – число операцій уведення-виводу за од. часу;

$v_{zi}$  – обсяг інформації, переданої за одну операцію уведення-виводу, Мбіт;

– визначення состава ІР для і-го процесу за критерієм припустимі фінансові витрати (**етап 2**) і відповідному кожному класу параметрів:

$n_{ij}$  – період зміни цінності ІР для і-го процесу й j-го класу ІР;

$m_i$  – період існування ІР, використовуваного і-м -процесом;

– обробка відомостей (**етап 3**) з використанням методів математичної статистики, що дозволяють визначити прогнозні значення параметрів ІР на майбутній період: обсяг, число операцій уведення-виводу, число користувачів;

– формування ІР у вигляді багаторівневої структури (**етап 4**). Число й зміст рівнів визначається на підставі відомостей, отриманих на етапі 1 і 2, а також на підставі вимог до ІС. Для кожного рівня задається множина процесів  $E$  і відповідних їм ІР, розташовуваних на  $r$ -м рівні.

$$E_p = \{A_k, v_{kj} (k = 1, q)\}, \quad (1)$$

де  $q$  – число процесів.

Розрахунок значень параметрів (**етап 5**) для кожного рівня обчислюється по формулах (2) – (4), які є вихідними даними для проектування оптимальної структури зберігання ІР.

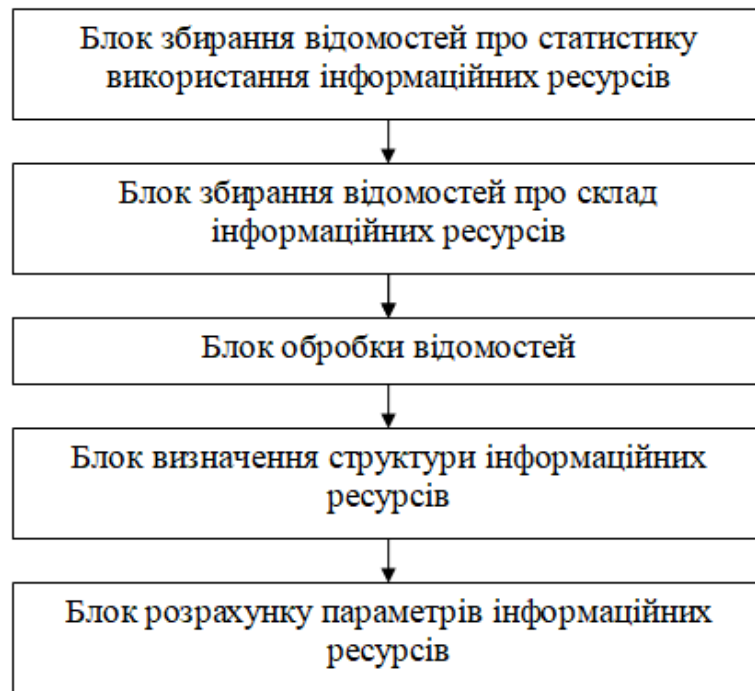


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Уведемо наступні позначення, що характеризують технічні параметри:

- $P$  – загальна кількість рівнів ІР;
  - $V_p$  – сумарний обсяг ресурсу для  $p$ -го рівня, Мб;
  - $P_{Sp}$  – пропускна здатність для  $p$ -го рівня, Мбіт/сек;
  - $Z_p$  – число операцій уведення-виводу для  $p$ -го рівня;
  - $t$  – час доступу, сек;
  - $k_{raid}$  – коефіцієнт використання додаткового простору RAID масивом.
- Сумарний обсяг ресурсу для  $p$ -го рівня обчислюється за формулою:

$$V_p = k_{raid} * \sum_{k=1}^q v_k \quad (2)$$

Пропускна здатність для  $p$ -го рівня обчислюється за формулою:

$$P_{Sp} = \left[ \sum_{k=1}^q (z_k * v_{zk}) \right] / t \quad (3)$$

Число операцій уведення-виводу для  $p$ -го рівня обчислюється за формулою:

$$Z_p = \sum_{k=1}^q z_k \quad (4)$$

Дані параметри використовуються для проектування оптимальної структури ІР, вибору апаратних ресурсів, їхнє налаштування, конфігурування, оцінки витрат.

Розробку плану структури ІР розглянемо як завдання, що полягає в оптимізації параметрів багаторівневого середовища зберігання ІР із заданими локальними характеристиками кожного рівня й у той же час об'єднаними сукупністю обмежень на все середовище зберігання. Оптимальним планом є номенклатура дискових масивів і кількість зовнішніх запам'ятовувальних пристроїв (ЗЗУ), складових дисковий масив, при мінімальній сумарній вартості зберігання. У такій постановці ми приходимо до завдання математичного програмування із блокової (багаторівневої) структурою.

З обліком вищесказаного дамо формалізований опис завдання. Нехай маємо  $P$ -рівнів і  $m_p$ ,  $p = 1..P$  параметрів, що характеризують ресурс, наявність кожного  $i$ -го параметра

становить найменше  $b_{pi}$  і найбільше  $B_{pi}$ ,  $i = 1..m_p$ , значення у відповідних одиницях вимірів. Ці параметри призначені для формування  $n_p$  типів дискових масивів. Кожна одиниця  $j$ -го типу дискового масиву містить  $a_{ij}$  одиниць  $i$ -го параметра ресурсу. Потрібно визначити, які типи дискових масивів і яка кількість дисків необхідно для формування багаторівневого середовища зберігання з найкращими показниками для прийнятого критерію оптимальності – вартості  $F$ .

Позначимо через  $x_{pj}$  – кількість одиниць  $j$ -го типу дискових масивів на  $p$ -м рівні, тоді математичну постановку завдання можна записати у вигляді:

$$F = \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{n_p} c_{pj} x_{pj} \quad (5)$$

при обмеженнях

$$\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{n_p} a_{ij} x_{pj} \leq B_i, \quad i = 1..m_0; \quad (6)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{n_p} a_{ij} x_{pj} \geq b_i, \quad i = 1..m_0; \quad (7)$$

$$\sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{n_p} x_{pj} \leq b_0; \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{n_p} a_{ij} x_{pj} \leq B_i, \quad i = 1..m_p, p = 1..P; \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^{n_p} a_{ij} x_{pj} \geq b_i, \quad i = 1..m_p, p = 1..P; \quad (10)$$

$$x_j \in \Omega, \quad j = 1..n_p, p = 1..P, \quad (11)$$

де

- $P$  – загальна кількість локальних блоків;
- $m_0$  – число обмежень у блоці-зв'язуванні;
- $n_p$  – число змінних в  $p$  – м локальному блоці;
- $m_p$  – число обмежень в  $p$ -м локальному блоці;
- $v_{pj}$  – обсяг диска  $j$ -типу в  $p$ -м локальному блоці;
- $c_{pj}$  – вартість зберігання інформації на диску  $j$ -типу в  $p$ -м локальному блоці;
- $b_0$  – загальна кількість дисків зберігання  $P$ ;
- $b_{pi}$  – найменше значення параметра  $P$ ;
- $B_{pi}$  – найбільше значення параметра  $P$ ;
- $\Omega$  – множина цілих, позитивних чисел.

Умови (6), (7), (8) описують блок-зв'язування, (9), (10) – окремі блоки (рівні), (11) – умова цілочисельного значення змінної  $x_{pj}$ .

#### Аналіз випадків використання

Аналіз варіантів використання – це дослідження на функціональному рівні, яке фіксує функціональність системи з точки зору макросу. Варіанти використання включають його визначення, усі необхідні дії для виконання порядку варіантів використання, стандартні поведінки в різних деформаціях, загальну поведінку всіх ненормальних випадків та очікувані реакції, не розкриваючи припущення про те, що внутрішня структура системи визначає послідовну поведінку. З точки зору користувача, наведені вище випадки можуть бути ненормальними. З точки зору системи, вони повинні бути описані та додані до розгляду справи. Більш конкретно, використання випадку не є обов'язковим для функціональної специфікації, але також показує та демонструє його вимоги в процесі ілюстрації в UML,

використовуючи випадки, представлені еліпсом, у якому виконання кожного варіанту використання є незалежним від іншого. варіанти використання, хоча через той факт, що коли випадки є спільними, об'єкти можуть генерувати неявні кореляції між варіантами використання з причин виконання між варіантом використання, кожен варіант використання, описаний у вертикальному функціональному блоці, виконання цього функціонального блоку може бути переноситься та змішуються разом з іншими футлярами.

Функціональні функції мають зв'язок «багато-до-багатьох» з учасниками системи, де ролі користувачів з різними привілеями можуть виконувати однакові функціональні функції, тоді як кожен клас користувачів ролей може виконувати кілька функціональних функцій. Існують різні складні зв'язки між функціями, такими як залежність, включення та розширення. Розбиваючи функцію на кілька функцій, реалізується ієрархічний зв'язок функціональної структури діаграми варіантів використання. На діаграмі варіантів використання учасники використовуються для системних функцій. На діаграмі варіантів використання, яка має чітку систему учасників, ви можете одночасно бачити чіткі функції кожного учасника. Діаграма варіантів використання дуже виразна. На початку аналізу вимог до виконання ми можемо вивести діаграму варіантів використання та перевірку користувача, і, таким чином, далі в кожному функціональному модулі підсистеми необхідний аспект діаграми варіантів використання у функціональному моделюванні системи.

Розглядаючи сферу побудови інформації про земельні ресурси, поступово було визначено та узагальнено набір відповідних методів управління місцевими земельними ресурсами, в той час як за допомогою популярних сьогодні інформаційних технологій. У фактичній роботі земельна столиця міста Далян дійсно зробила великий крок вперед, порівняно з попередньою ефективністю роботи, яка значно зросла, яка була побудована та введена в експлуатацію в деяких пілотних містах та земельних адміністраціях округу. Завдяки використанню системи інформаційних технологій ефект очевидний. Управління інформацією про земельні ресурси є більш упорядкованим. І є накладання передових технологій. Охоплюючи все міське будівництво в мережевому середовищі, повністю використовує динамічний дистанційний моніторинг землекористування та дистанційне управління кадастровою інформацією. В останні роки дані про зміну земельної площі будуть використовуватися для отримання найбільш точних записів. Місцеве самоврядування було впроваджено належним чином, придатне для побудови політики. Інформаційна система землеустрою була використана в певних районах міста, де зараз просуваються та популяризуються передові технології, що стало сильним поштовхом для розвитку земельної інформації та технологічної команди та зростання інформаційних ресурсів землі. Цей документ буде зосереджений на розробці та впровадженні інформаційної системи земельних ресурсів.

Управління земельними ресурсами відіграє дуже важливу роль у довгостроковому розвитку як нашої економіки, так і суспільства. Поряд з гострою потребою економічного розвитку, процес використання землі та мінеральних ресурсів створив дедалі серйозніші проблеми, які охоплюють інші ключові суперечливі питання, такі як незаконне використання та зайняття землі. У той же час рівень забудови наших міст має терміново піднятися на вищий рівень, через що дефіцит земельних ресурсів і мінеральних ресурсів створює нові виклики в процесі управління земельними ресурсами, тож як покращити швидкість земельних і використання мінеральних ресурсів стало ключовим питанням, яке нагально потребує вирішення в даний час, і відділам управління земельними ресурсами необхідно ефективно поєднувати інформаційні технології, технології управління інформацією про землю та технології управління інформацією про ресурси. Використання вищезазначених технологій може підвищити ефективність управління інформацією про землю та мінеральні ресурси, а надходження інформаційних технологій поступово стає напрямком вдосконалення розвитку управління земельною безпекою.

У той же час, щоб уникнути відносно ізольованих даних, які не можуть бути ефективно використані, використання інформаційних систем може ефективно

використовувати дані, загальна структура яких є моделлю побудови системи з вимогами до додатків як ядром. Земельні ресурси є природним скарбом соціального розвитку та виживання країни, і ефективне управління земельними ресурсами країни може забезпечити сприятливу гарантію для виживання та розвитку більшості людей, тоді як ефективне використання та розвиток природних ресурсів може зробити видатний внесок в економічний розвиток нашої країни. Повне та раціональне використання та охорона земельних ресурсів може забезпечити реалізацію політики сталого розвитку, а розвиток національного управління земельними ресурсами є основною вимогою для модернізації країни, а також неминучою тенденцією на національному рівні, оскільки земля Управління ресурсами охоплює великий обсяг інформації, задіяної в широкому діапазоні, включаючи обсяг роботи інформації.

#### **Дизайн специфікації бази даних**

Детальний проект бази даних головним чином полягає в концептуалізації атрибутів об'єктів, залучених до системи, розробці відповідного типу для кожного атрибута, побудові інформаційної таблиці бази даних для кожного типу об'єкта, записі змін інформації про об'єкт під час роботи систему, своєчасно синхронізувати з базою даних і підтримувати нормальну роботу системи. Відповідно до моделі зв'язку сутності на етапі концептуального проектування бази даних, для бази даних потрібна певна робота з концептуалізації, і існують деякі теорії для вивчення зв'язку між членами бази даних, які в основному досліджують і вивчають зв'язок між об'єктами, і існує залежність відносини, резервне копіювання та організація. Детальний проект бази даних головним чином полягає в концептуалізації атрибутів об'єктів, залучених до системи, розробці відповідного типу для кожного атрибута, створенні інформаційної таблиці бази даних для кожного типу об'єкта, записі змін інформації про дані об'єкта під час роботи систему, своєчасно синхронізувати з базою даних і підтримувати нормальну роботу системи.

Згідно з кожною інформацією та аналізом попиту та враховуючи поточну ситуацію розвитку інформаційних технологій, у цьому документі пропонується комплексна система інформаційного обслуговування управління будівництвом міських земельних ресурсів, яка створює платформу обміну інформацією шляхом реалізації функціональних модулів у кожному бізнесі управління, оптимізуючи модель бізнес-процесів управління інформацією та допомагаючи відповідним відділам, які використовують систему, підвищити ефективність роботи, і в той же час, щоб уникнути відносно ізольованих даних, які не можуть бути ефективно використані, використання інформаційних систем може ефективно використовувати дані, загальна структура яких є моделлю побудови системи з вимогами до додатків як ядром.

Оскільки управління земельними ресурсами охоплює великий обсяг інформації та включає всю інформацію в рамках роботи, дуже необхідно забезпечити достовірність і точність земельних ресурсів та інформації, забезпечити справедливість і відкритість інформації в процесі роботи, забезпечувати точність і прозорість інформації, щоб усі відділи могли ефективно використовувати її для обміну інформацією, а також для обробки системи та спрощення роботи з обслуговування. І ефективність робочого середовища можна покращити.

#### **Тест оптимізації системи**

Тестування чорного ящика часто використовується для перевірки загальної функціональності програмного забезпечення та функціональності програмного забезпечення з графічним інтерфейсом і зовнішньою структурою програми, а метод тестування чорного ящика вимагає, щоб тестування модулів, які поділяють систему, було явним, а потім перевірити вхідні та вихідні дані для кожного модуля, а потім фактично перевірити вихідні результати, щоб порівняти фактичний вихід системи з ідеальним виходом користувача, і якщо вони не відповідають, то можна прийняти попереднє рішення, що функція функціонального модуля є проблематичною, з винятками та зазвичай для тестування методу визначення винятку. Для аналізу виявлення потрібен наступний метод тестування білої



скриньки. При аналізі з точки зору макро-мікро, методи тестування програмного забезпечення можна розділити на два основні тестування чорного ящика, а також тестування білого ящика. Функціональне тестування так званого чорного ящика використовує програмну систему, яка має непрозору чорну скриньку, з точки зору макросу, яка здатна працювати лише з вхідними даними для системи, щоб визначити вихідні дані системи та чи очікує користувач результати повинні бути послідовними. Тестування чорного ящика в основному зосереджено на системі введення та виведення, системі від системи. Перспектива тестування білої скриньки та методології тестування охоплюють код, щоб охопити всі гілки, усі оператори програмного коду для всіх можливих помилок, повний обхід тесту.

Звичайно, проходження всіх гілок може спростити кількість тестів якості і є гідним питанням для обговорення. Тестування білого ящика широко використовується в роботі з розробки програмного забезпечення, допомагаючи розробникам прагнути знаходити дефекти програмного забезпечення та вчасно їх виправляти. Тестування білого ящика прозоре. Тестування білого ящика в основному походить від тестування, тестування внутрішніх програмних продуктів від деталей і виправлення проблем, виявлених під час процесу тестування. У двох фазах життєвого циклу програмного забезпечення тестування програмного забезпечення, яке зазвичай відбувається після написання кожного модуля, також називається модульним тестуванням. Кодування та модульне тестування належать до однієї фази життєвого циклу програмного забезпечення. Система програмного забезпечення проводить різноманітні комплексні тести після закінчення цієї фази, яка є іншою фазою життєвого циклу програмного забезпечення

Test case – процес тестування сценарію тестування програмного забезпечення. Тестові випадки використовуються для визначення нормального функціонування програмного продукту. Тестові випадки часто вибираються репрезентативними для деяких типових даних, часто аналітиками даних критичних точок системи, схильних до збоїв точок для аналізу та вилучення, щоб розробити тестові випадки, систему відповідно до різних функціональних модулів і тестових випадків для розробки різних програми. Існують певні функціональні модулі тестування програмного забезпечення, які часто є цільовими, комплексними та репрезентативними.

Тестування програмного забезпечення, контрольний тест, структура змінних параметрів системного програмного продукту та випадок виконання тесту спостерігають за роботою програмного забезпечення. Результати, якщо попередні умови програмного забезпечення є однаковими, можуть вказувати на те, що функціональні модулі в нормальній роботі тесту варіантів використання потребують більше випадків для тестування та перевірки часом і витримують перевірку часом. Система працює стабільно та є надійною системою. Якщо результати тестування та очікувані результати мають розбіжності, показуючи, що існують певні проблеми з функціональними модулями, систему необхідно протестувати та перевірити більш детально, щоб знайти проблеми, які існують в існуючій системі, і вирішити логічні проблеми програми.

Використання інформаційних систем дозволяє ефективно використовувати дані, загальна структура яких є моделлю побудови системи з вимогами до додатків як ядром. Інформаційна система може ефективно покращити розвиток, управління, дослідження та використання земельних ресурсів.

Система електронного уряду може допомогти земельним ресурсам отримати точний аналіз і дослідження, детальний доступ для розуміння стану ресурсів, динамічне розуміння розвитку інформаційних змін у щоденних даних та інформації, що все більше змінюються, а також оволодіти останніми тенденціями у земельних ресурсах, і тенденція розвитку аналізу та моніторингу ринкових ресурсів, щоб надати клієнтам надійну підтримку прийняття рішень для забезпечення надійної безпеки даних за лаштунками, посилити планування управління ресурсами та надати землю та ресурси для подальшого розвитку плану в Китаї, що може надавати точні інформаційні послуги для державних менеджерів і водночас може

відповідати національним тенденціям розвитку. У цьому документі ми провели детальні тести кожного модуля системи, які обробляють модуль керування користувачами системи.

Виберіть деякі типові значення як значення функції, щоб перевірити функціональність системи. Значення системних функцій повинні представляти та відображати функції програмного забезпечення системи. Мати повне розуміння шаблону проектування, функцій і загальної архітектури системи. І протестувати важливі модулі системи. Тестові випадки системи часто потребують ретельного проектування, поєднання з інформаційною системою в різних прикладних сценаріях для комплексного тестування. Тестові випадки часто охоплюють загальні сценарії системи, а також деякі спеціальні випадки нестандартних сценаріїв і комплексне тестування функціональності системи. Використання ефективного способу компенсації нестачі наглядних повноважень також є важливою частиною міської системи зв'язків із надзвичайними ситуаціями. У цьому документі після поглибленого дослідження та аналізу розроблено набір тестових прикладів, які відповідають фактичним сценаріям, і функціональні тести проводяться на кількох модулях системи, щоб гарантувати якість тестування, а також довіру до системи.

Цей тест програмного забезпечення застосовує теорію тестування чорної скриньки та білої скриньки, і система інтегрована та всебічно протестована з програмним модулем як основним блоком. Земельні ресурси охоплюють різноманітну природну інформацію через прозору систему управління інформацією для досягнення наукового управління. Прозора система може підвищити ефективність управління земельними ресурсами та посилити ступінь обміну інформацією. Стикаючись із суспільним розвитком, він є більш сприятливим для влади приватного сектору, відповідно до аналізу кожної інформації та попиту та з урахуванням поточної ситуації розвитку інформаційних технологій. У цьому документі пропонується побудова інтегрованих інформаційних служб управління міськими земельними ресурсами. У цьому документі ми пропонуємо комплексну систему інформаційного обслуговування управління міськими земельними ресурсами та створюємо платформу обміну інформацією шляхом реалізації функціональних модулів у кожному бізнесі управління. Ми протестували підвищення його ефективності, і результати показали що загальна ефективність покращилася більш ніж на 2 години порівняно з порожнім контролем. У той же час була оптимізована модель бізнес-процесів управління інформацією, що також допомогло відповідним відділам, які використовують систему, підвищити ефективність своєї роботи, і в той же час, щоб уникнути неефективного використання відносно ізольованих даних, використання інформаційних систем дозволяє ефективно використовувати дані.

Побудова інтегрованої системи управління інформаційними службами міських земельних ресурсів створила платформу для обміну інформацією шляхом реалізації функціональних модулів у кожному бізнесі управління, одночасно оптимізуючи модель бізнес-процесу для управління інформацією та в той же час допомагаючи відповідним відділам, які використовують систему підвищити ефективність своєї роботи.

Після польових досліджень та аналізу систему управління інформацією про земельні ресурси можна розділити на чотири функціональні модулі, які включають:

- управління інформацією про основні земельні ресурси;
- управління погодженням землекористування земельних ресурсів;
- управління інформацією про офіційні документи;
- та управління офісним бізнесом.

І ці модулі можуть ефективно завершити роботу з управління земельними ресурсами. Повне та розумне використання та охорона земельних ресурсів може забезпечити реалізацію політики сталого розвитку, а розвиток управління земельними ресурсами є основною вимогою національної модернізації та неминучою тенденцією в країні, а також тому, що управління земельними ресурсами охоплює велику кількість інформації, що включає широкий спектр інформації, у тому числі інформацію в межах роботи, дуже необхідно для забезпечення ефективності та точності земельних ресурсів та інформації. При аналізі з точки зору макро-мікро, методи тестування програмного забезпечення можна розділити на два

основні тестування чорного ящика, а також тестування білого ящика. Так зване тестування чорного ящика, функціональне тестування - це програмна система як непрозорий чорний ящик. З точки зору макросу, він здатний працювати лише з вхідними даними для системи, у щоденній мінливій інформації, динамічному розумінні розвитку інформаційних змін і досягнути останні тенденції в земельних ресурсах, тенденції аналізу та моніторингу ринкові ресурси, щоб забезпечити клієнтам надійну підтримку прийняття рішень. Це потужна гарантія фонових даних для клієнтів, які забезпечують надійну підтримку прийняття рішень.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів оптимізації структури інформаційного ресурсу. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем оптимізації структури інформаційного ресурсу; Досліджена система оптимізації структури інформаційного ресурсу; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи оптимізації структури інформаційного ресурсу. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання оптимізації структури інформаційного ресурсу. 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 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.
  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.
  23. 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.Горяний, магістр гр. КН-22МЗ

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ КАФЕДРИ КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. Об'єктом дослідження є процес електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. Предметом дослідження є методи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. Методи дослідження базуються на методах теорії електронного документообігу, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. 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 електронного документообігу (СЕД, СУЕД, EDMS) – це програмне забезпечення, яке централізовано зберігає та організовує документацію в одному цифровому сховищі. Типи СЕД включають «власноруч створені», запатентовані «локальні» та хмарні рішення. Мета СЕД полягає в тому, щоб надати структуровані та захищені цифрові можливості зберігання, видимість і контроль для всієї документації, яку створює ваш бізнес, щоб він міг ефективно функціонувати. СЕД діє як єдине джерело правди, яке полегшує співпрацю та економить вашій організації непотрібні витрати.

Документообіг – рух документів в обліковому процесі з моменту їхнього складання до здачі в архів. Документообіг – кровносна система будь-якого підприємства. Всі операції, зроблені кожним з підрозділів підприємства, ретельно документуються. Такому поданню піддаються не тільки операції, зроблені за участю зовнішніх підприємств і організацій, але й усе, що відбувається безпосередньо усередині самого підприємства. Не дивлячись на це, до 15% паперових документів губляться й на їхній пошук працівники витрачають до 30% робочого часу. При переході до електронних документів ріст продуктивності співробітників збільшується на 25 – 50 %, а час обробки одного документа скорочується на 80%. Кількість документів за рік виростає у два рази, а електронних документів на 7%.

Організація документообігу й керування їм є важливим завданням інформаційного менеджменту. Тут позначається необхідність забезпечення групової роботи виконавців над документами й надання в їхнє розпорядження інформаційних ресурсів підприємства. Отже, у широкому змісті електронну систему документообігу можна розглядати як електронну систему підтримки виконання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.

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

– Огляд існуючих систем електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.

– Дослідження системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.

– Програмна реалізація системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.

*Об'єктом дослідження* є процес електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.

*Предметом дослідження* є методи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.

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

**Виклад основного матеріалу.** Система керування електронними документами (СЕД) – це тип програмного забезпечення, яке зберігає, організовує та керує документами у формі електронних файлів для організації. Ця система найкраще працює для документів, які не зазнають значних змін, таких як юридичні файли, фінансові звіти, маркетингова допомога та відскановані публікації.

Цифрова система електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення – це тип електронної системи керування документами, спеціально створеної для інженерних документів і креслень. Він централізує, організовує та керує цими документами, надаючи користувачам повні, дієві засоби та дані про активи, які вони можуть використовувати для підвищення ефективності та економії грошей. Зрештою, він забезпечує єдине джерело правди для всієї документації, допомагає організаціям підтримувати відповідність нормативним вимогам, надає налаштовувані робочі процеси для оптимізації співпраці з усіма внутрішніми відділами, забезпечує комплексний контроль версій документів і спрощує аудит.

Існує кілька ключових особливостей найкращої у своєму класі системи електронного документообігу. Перш за все, правильна система управління документами має бути простою у використанні, інтуїтивно зрозумілою та прийнятною вашими співробітниками. Він також має надавати єдине джерело правди для всіх критично важливих даних, щоб підтримувати якість, точність і повноту ваших даних і метаданих. Крім того, він пропонує прості в налаштуванні робочі процеси, які дозволяють спрощену співпрацю, простий контроль версій документів і аудит документів для підтримки нормативної відповідності. Це також гарантує, що всі працюють над правильною версією, надає доступні дані для максимального підвищення продуктивності персоналу та забезпечує безпеку персоналу.

Правильна система електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення забезпечить багато переваг, зокрема допоможе користувачам обробляти, зберігати та отримувати записи, спрощувати контроль версій документів і оптимізувати співпрацю між відділами, установами та пристроями. Це також може покращити часові рамки проекту, готовність до аудиту та перевірки, посилити контроль і безпеку документів, знизити витрати, оптимізувати управління знаннями та сприяти відповідності.

Існують ключові відмінності між системою електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення (СЕД) і системою управління контентом (CMS). Хоча обидва інструменти працюють для керування документами та вмістом, CMS зазвичай використовується для зберігання веб-вмісту з різних веб-сайтів, тоді як СЕД більше зосереджується на інженерній документації для зберігання, довідок, управління робочим процесом і вдосконалення процесів.

У всьому світі існує багато конкуруючих стандартів для інструментів ВІМ та EDM, хоча стандарти ISO по суті замінюють їх, і згодом їх прийме весь світ. До них відноситься

ISO 9001, який передбачає контроль документів. Іншими словами, ISO 9001 намагається гарантувати, що потрібні люди мають доступ до документів у разі потреби, що ці документи є актуальними та що жоден неавторизований користувач не може отримати доступ або змінити вміст документа. Зрештою, це допомагає гарантувати актуальність, вичерпність і достовірність основних інженерних документів, підвищуючи відповідність і підвищуючи ефективність роботи з часом.

СЕД може надати багато необхідних покращень для операцій і робочих процесів, особливо для компаній з великою кількістю документації або тих, хто хоче цифрово трансформувати свою діяльність. Ці переваги включають економію коштів, спрощену відповідність стандартам ISO 9001, правилам Sarbanes Oxley, HIPAA та іншим регуляторним органам, покращене аварійне відновлення, продуктивність співробітників, керування аудитом, автоматизацію робочих процесів документів і безпеку.

### **Особливості вибору й впровадження СЕД**

«Документна анархія» марнує час, енергію та ресурси для багатьох організацій. Труднощі з пошуком документів і обміном ними все ще вважаються однією з головних подразнень і проблем у повсякденному житті багатьох працівників.

Але для інших компаній документальна анархія буквально блокує реалізацію проектів і розвиток бізнесу

У середньому працівники витрачають 5,3 години на тиждень на очікування інформації. Ці затримки сильно впливають на графіки проектів – 66% триватимуть до тижня, а 12% – місяць або більше.

Схоже, що багато масштабних компаній у всьому світі страждають від нестачі формальних інструментів керування документами.

Погані процедури видачі та контролю документів можуть стати на заваді відповідності таким стандартам, як ISO 9001 та ISO 13485. У той же час, неадекватна інфраструктура безпеки, яка відображає конфіденційність даних, якими ви керуєте, може призвести до системних зломів із серйозними комерційними та репутаційними наслідками.

Більшість цифрових інструментів для файлів (наприклад, простий Google Drive) можуть принести негайну користь зростаючому бізнесу завдяки більш розумній структурі вашого сховища та доступу до спільних просторів для спільної роботи над документами. Але не всі вони призначені для вирішення будь-яких бізнес-завдань або «вростають» у ці виклики разом з вами.

### **Як правильно вибрати СЕД**

На що звернути увагу, обираючи систему електронного документообігу (СЕД)? Все залежить від рівня контролю, співпраці та гнучкості, яких вам потрібно досягти.

Створення списку вимог MoSCoW (речей, які продукт повинен мати, повинен мати, міг би мати та яких ще не матиме) допоможе вам визначити пріоритети того, що для вас важливо зараз, і подумати про те, що стане важливим у майбутньому.

Однак є дві ключові функції EDMS, на які завжди слід звертати увагу:

1. Робочі процеси, які легко налаштувати. Ви можете полегшити співпрацю (навіть віддалену) і переконатися, що вся ваша команда, де б вони не були, працює над правильним документом і правильною версією. Хороша EDMS матиме процеси затвердження та контроль перегляду, щоб оптимізувати робочий процес і забезпечити продуктивність вашої команди.

2. Інтуїтивно зрозуміле керування версіями документів. Усі редакції та чернетки документа слід точно фіксувати та керувати ними. Ви повинні мати можливість використовувати автоматичний контроль версій документів і аудит на різних пристроях. Вся команда повинна мати доступ до поточної точної інформації, оскільки це забезпечить безпеку вашої документації та цілісність даних.

Вибір між установкою стороннього спеціально розробленого рішення EDMS або підходом «зроби сам» (з використанням програм для обміну файлами, таких як Google Drive, Dropbox або Box) є одним із перших рішень, з якими ви можете зіткнутися.

Платформи для обміну файлами, такі як Google Drive або OneDrive, пропонують гідні, зручні мультиплатформенні можливості співпраці та керування документами. Їх легко налаштувати, і вони можуть бути «низькими» або «безкоштовними» (принаймні, для початку). Однак вони також можуть швидко стати недостатніми для масштабованого бізнесу, який зіткнувся зі складним контролем файлів і вимогами до зберігання.

Це особливо актуально для підприємств, які створюють і співпрацюють над збільшенням обсягів технічної документації в різних форматах або накопичують конфіденційні дані клієнтів.

Для тих, хто має складніші вимоги, SharePoint може здатися хорошим вибором, оскільки він дозволяє визначити та створити рішення, яке виконує саме те, що вам потрібно. Однак створення достатньо просунутого рішення SharePoint, щоб задовольнити формальні потреби керування документами, ймовірно, потребуватиме значного часу розробника та навіть підтримки спеціалістів для належного проектування, впровадження та підтримки.

Отже, коли мова заходить про розробку власної системи керування документами, ви повинні розглянути, чи зможете ви зробити її складною та достатньо безпечною для своїх цілей за реалістичну ціну. І навіть якщо ви можете, який вид технічного обслуговування знадобиться, щоб підтримувати його в робочому стані в довгостроковій перспективі?

Для багатьох компаній вибір спеціально розробленої власної DMS вирішує ці проблеми, усуваючи головний біль проектування, розробки та підтримки системи. Ця опція дозволить вам зосередитися на найважливіших завданнях керування власними продуктами та обслуговування клієнтів.

Рішення стороннього виробника для керування документами може запропонувати вам високобезпечну, налаштовувану та складну функціональність DMS, знімаючи з вас головний біль щодо специфікацій і розробки. Але чи варто вам використовувати локальну інсталяцію чи хмарне рішення SaaS?

Локальні рішення вимагають від вас використання власних серверів і сховища, а це означає, що вам все одно доведеться виконувати власне обслуговування. Але ви можете бути більш впевнені, що всі ваші дані знаходяться під вашим контролем. Недоліки можуть включати великі початкові витрати та час, який знадобиться для встановлення та навчання користуванню.

Хмарні рішення, як правило, більш адаптивні та гнучкі. Але якщо ви використовуєте хмарне рішення, як його налаштувати? Ви отримуєте спеціальну послугу, як-от віртуальний приватний сервер, чи ділитеся ресурсами? Чи файли зашифровані під час передавання? Як щодо безпеки центру обробки даних, резервного копіювання та резервування?

Як б рішення ви не вибрали, переконавшись, що воно розроблено, щоб допомогти вам зберігати та обробляти інформацію відповідно до суворих стандартів ISO 27001, буде свідченням того, що компанія, з якою ви маєте справу, здатна забезпечити найвищий рівень безпеки даних.

Це важлива відмінність, яка стосується суті того, що вам може знадобитися для досягнення DMS. Хороший документообіг – це легкість і гнучкість зберігання, пошуку, оновлення, відстеження та спільного використання документів. Хороший контроль документів полягає у створенні ієрархій доступу, безпеки, можливостей аудиту, керування версіями, перегляду, затвердження та протоколу видачі. Не кожній організації знадобиться досягти найвищого рівня контролю документів – тих рівнів, яких можуть вимагати аерокосмічні чи фармацевтичні компанії, – але багатьом знадобиться більше, ніж може підтримувати базове рішення Google Drive.

Ці міркування повинні включати набагато більше, ніж можливість збільшити простір для зберігання або додати місця за розумну ціну. Йдеться про можливість відповідати складнішим вимогам обробки документів за допомогою потрібних інструментів у потрібний час для вашої компанії. На початку вашого бізнесу вам може знадобитися безпечно сховище з можливістю пошуку та простір для спільної роботи, щоб ваша команда могла почати колективну роботу над ідеями. Але коли ці ідеї перетворюються на реальні комерційні



плани, можливості та терміни, вам може знадобитися, щоб ваша DMS працювала більше як електронна система управління якістю (EQMS). Для цього може знадобитися більш складний контроль документів і інструменти «фазового стробування» або здатність керувати коригувальними та запобіжними діями (CAPA) відповідно до правил FDA.

Вибір системи керування документами, яка може зростати разом зі складністю ваших потреб, може запобігти тому, щоб ви на ранній стадії загрузили у вимогах до документації, призначених для більших, відоміших корпорацій. Але це також може дати вам можливість швидко реалізувати більш контрольований підхід, коли ви почнете думати про отримання ISO або підтвердження відповідності нормам ЄС чи FDA.

Але майте на увазі, що найдешевші можуть вимагати компромісів, коли мова заходить про контроль документів і масштабованість, тоді як найдорожчі «найкращі у своєму роді» вибори можуть заважати вашій маневреності в ключові моменти на шляху вашої компанії.

Так звані недорогі рішення, такі як Dropbox і OneDrive, можуть швидко стати дорогими, якщо ви оновите їх до версій Enterprise, оскільки вам потрібно буде додати робочі місця та більше пам'яті. У той же час кількість зусиль, які ви витрачаєте на пошук обхідних шляхів для загальних рішень, щоб цифрові підписи та інші інтеграції працювали так, як вам потрібно, може збільшити ваші накладні витрати.

Але вартість «найкращого у своєму роді» програмного забезпечення для управління якістю може бути справді непомірно високою для бізнесу на початковій стадії: трирічні мінімальні контракти на суму понад 10 тисяч на рік не є рідкістю. Більше того, СОП і процеси контролю документів, які вони можуть вимагати від вас, можуть не підходити для бізнесу в повному режимі ідей.

Зазвичай рішення DMS приймаються на основі того, що здається найпростішим для швидкого та дешевого виконання – лише для того, щоб організації згодом усвідомили обмеження свого вибору. Інші обирають найнадійніші та найсуворіші рішення, які вони можуть знайти (з цілком слушних причин), лише щоб відчутти себе стриманими через свою негнучкість, коли настають комерційні реалії.

Демонстрації та випробування потенційних рішень DMS також є хорошим місцем для початку. Вони можуть допомогти вам визначити, що вам дійсно потрібно і з чим ви можете працювати

### **Розробка структурної схеми**

Структурна схема системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення зображена на рисунку 1. Вона побудована з урахуванням схеми розробленої відкритої системи обміну даними, яка розроблена на основі проведеного дослідження існуючих еталонних моделей, за результатами яких за основу для синтезу еталонної моделі середовища відкритої системи обміну даними була прийнята модель, описана в міжнародному стандарті ISO/IEC TR 14252:1996 (E), ANSI/IEEE Std 1003/ 0-1995 Information technology – Guide to the POSIX Open System Environment (OSE).

На основі даної моделі була розроблена еталонна модель середовища системи обміну даними, що складається із трьох технологічних рівнів:

- зовнішнього середовища;
- програмного забезпечення середнього рівня (посередника);
- користувальницьких додатків.

Розглянемо більш докладно елементи структурної схеми СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення.

Система СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, побудована за допомогою предметно-орієнтованого інструмента, має багаторівневу архітектуру. Архітектура виступає гарантом доступності, надійності й безпеці системи, що дозволяє системі СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення охопити всіх комп'ютеризованих співробітників (викладачів та учбово-допоміжний персонал) і підвищити ефективність роботи організації в цілому.

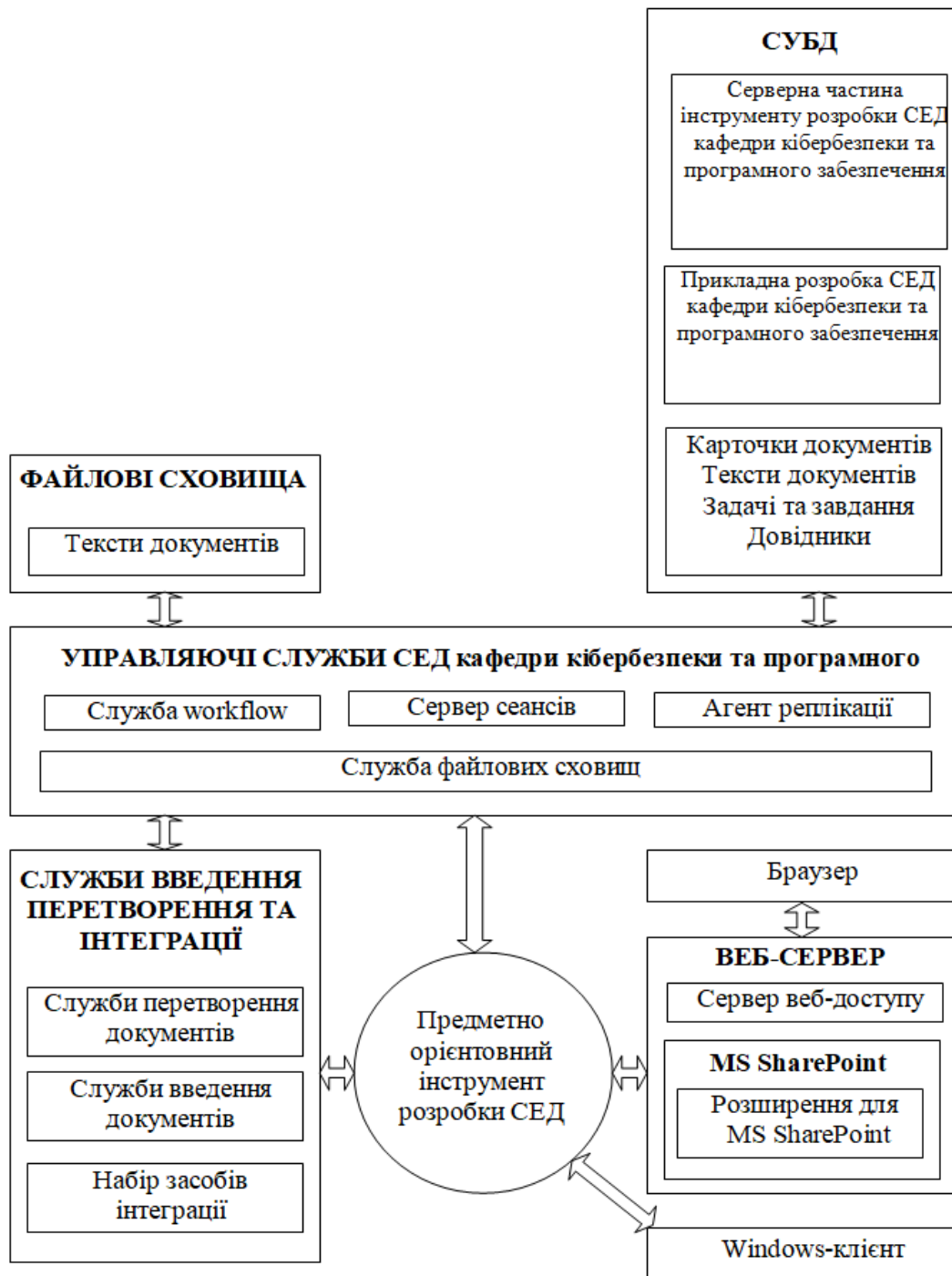


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Основними структурними елементами архітектури є:

- Предметно-орієнтований інструмент розробки – середовище виконання коду, що реалізує інтерфейс служб і користувальницьких додатків (у тому числі сторонньої розробки) для доступу до системи. Зокрема, сервер веб-доступу СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, реалізований на платформі ASP.NET, використовує предметно-орієнтований інструмент розробки для реалізації всіх функцій системи, які стають доступні користувачам через веб-браузер.
- Служби перетворення документів. Перетворення документів в інші формати, добування з документів корисної інформації

– Служби введення документів. Масове введення документів у СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення з різних джерел (сканери, БФП, файлова система, факси, електронна пошта й т.д.).

– Набір засобів інтеграції. Легка інтеграція з ERP-системами: двостороння синхронізація довідників, включення об'єктів системи в workflow, робота з документами з ERP-системи. Workflow – це повна або часткова автоматизація бізнес-процесу, при якій документи, інформація або завдання передаються від одного учасника (бізнес-процесу) до іншого для виконання дій відповідно до набору керівних правил.

– Сервер веб-доступу до СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. Робота з електронними документами, завданнями й завданнями через веб-браузер.

– Розширення для SharePoint. Набір готових веб-частин і інтеграційних механізмів, що забезпечують доступ до даних СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення з порталу на базі Microsoft SharePoint.

– Клієнти системи СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення – додатки для кінцевих користувачів, інструментарій розробки, утиліти адміністрування системи. Клієнтом може бути як Windows-додаток, що використовує для доступу до системи предметно-орієнтований інструмент розробки, так і веб-браузер.

– Керуючі служби СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення – служби, що забезпечують керування системою. Наприклад, служба workflow управляє роботою завдань СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, а сервіси зберігання СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення відповідають за файлові сховища документів. Всі керуючі служби можуть бути встановлені як на один комп'ютер, так і на різні – з метою розподілу навантаження.

– Сервер реплікації. Створення ієрархічної системи розподілених систем, що обмінюються даними в режимі off-line; налаштовується состав даних, що, реплікуються.

– Служба файлових сховищ. Керування довгостроковим і архівним зберіганням великого обсягу документів, у тому числі медіаданих; налаштування політик переміщення даних по сховищах.

– СУБД – сховище даних і метаданих системи. Одним з важливих компонентів системи, що зберігаються в СУБД, є прикладна розробка СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, що визначає функціональність предметних модулів системи, замовлених, а також розроблених партнерами СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення рішень.

– Файлові сховища – архіви більших або рідко використовуваних документів, які ефективніше тримати за межами СУБД; управляються власними службами.

Архітектура системи СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення, будучи частиною інформаційної інфраструктури організації, демонструє характеристики, важливі для будь-якої корпоративної системи:

– Відкритість. Основа системи СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення – платформа предметно-орієнтованого інструмента розробки – підтримує технології Microsoft COM і.NET. Вона містить готові інструменти інтеграції з корпоративними додатками, у тому числі набір функцій для обробки XML-документів. Корпоративні стандарти й відкрита структура даних дозволяють легко інтегрувати СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення в інформаційну інфраструктуру організації.

– Розширюваність. Як правило, у кожній організації висувають унікальні вимоги до побудови електронного документообігу й рішенням завдань взаємодії. Об'єктна модель і предметно-орієнтований інструмент розробки дозволяють створювати власні й змінювати існуючі об'єкти для рішення специфічних завдань. Оскільки ядром системи є COM-сервер, що управляють функції системи можна використовувати в будь-яких сторонніх додатках.

– Масштабованість. Виділення декількох рівнів архітектури дозволяє підвищувати продуктивність системи не тільки за допомогою нарощування потужності апаратних засобів, але й завдяки розподілу служб по різних серверах. Механізм реплікації предметно-орієнтованого інструмента розробки дозволяє побудувати територіально розподілену систему, мінімізуючи як вимоги до пропускної здатності каналів зв'язку за рахунок обсягу переданих даних між серверами, так і технічні вимоги до вторинних серверів. Виділення як SQL-серверних, так і файлових сховищ документів дозволяє гнучко управляти розподілом навантаження на сервера організації при доступі до документів.

– Надійність. Архітектура СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення підтримує транзакційну модель, що гарантує цілісність дані системи протягом всіх стадій їхнього життєвого циклу. Керовані SQL– і файлові сховища документів дозволяють організувати надійне зберігання документів.

– Безпека. Для кожного об'єкта системи може бути задано, які користувачі або групи мають право виконувати з ним певні дії. Конфіденційні електронні документи й завдання можуть бути зашифровані безпосередньо в системі будь-яким CryptoAPI-сумісним криптопровайдером (у тому числі сертифікованим ДСТЗІ СБУ), що гарантує захист навіть від осіб, що мають необмежений доступ до даних. Протоколювання всіх дій користувача дозволить відновити історію роботи з об'єктами системи у випадку порушення режиму безпеки. Забезпечується високий захист від несанкціонованого доступу до сховищ документів всіх типів.

Таким чином, архітектура системи СЕД кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення 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 електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення; Досліджена система електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення. 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., Drieeva, H., Drieev, 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 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.

УДК 004

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

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ГОЛОСОВОГО КЕРУВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом. Об'єктом дослідження є процес дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом. Предметом дослідження є методи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом. Методи дослідження базуються на методах теорії Інтернету речей, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом. 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 у міру росту обсягів інформації комп'ютерна техніка усе більше й більше проникає в людське життя. Відбувається вдосконалювання інтерфейсу людина-комп'ютер. Винаходяться нові способи відображення інформації, модернізуються пристрої уведення, тривають пошуки такого інтерфейсу, що влаштував би всіх. На цю роль зараз претендує мовний інтерфейс. Власне кажучи, це саме те, до чого людство завжди прагнуло в спілкуванні з комп'ютером.

Роботи в цьому напрямку велися ще в той час, коли про графічний інтерфейс ніхто навіть і не думав. За порівняно короткий період був вироблений вичерпний теоретичний базис, і практичні досягнення обумовлювали тільки продуктивністю комп'ютерної техніки. В 60-70х роках були створені пристрої, здатні розпізнавати десяток мовних команд.

Сучасні розробки, як правило, ґрунтуються на біонічній моделі сприйняття мови людиною. Такі системи є ієрархічними, детермінованими, з навчанням і складаються з декількох взаємозалежних рівнів. Виділяються акустична (одержання первинних ознак мовних сигналів) і лінгвістична (робота зі словниками) складові.

Системи розпізнавання зливої мови будуються на базі імовірнісних моделей граматики мови. На словниках обсягом до 5000 слів вірогідність розпізнавання цілих фраз становить більше 95%, що вважається достатнім для забезпечення успішного мовного уведення тексту на ПК.

Для завдання голосового керування різними пристроями необхідно розпізнавання окремих мовних команд. Як правило, такий спосіб керування вимагає високої надійності (99% точності розпізнавання). Найчастіше команди вимовляються в умовах підвищеної зашумленості, наприклад на виробництві. Сучасні розробки в лабораторних умовах досягають 95% точності на словниках до 100 команд і вимагають навчальні вибірки більших обсягів (10 і більше варіантів проголошення кожного слова різними дикторами).

Таким чином, проблема побудови ефективних алгоритмів розпізнавання мовних команд є актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом.

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

– Огляд існуючих систем дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом.

– Дослідження системи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом.

– Програмна реалізація системи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом.

*Об'єктом дослідження* є процес дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом.

*Предметом дослідження* є методи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом.

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

**Виклад основного матеріалу. Метод розрахунку ознак мовного сигналу – ЛСК.** Мовний сигнал описується в термінах лінійних дискретних систем зі змінними параметрами й передатною функцією в частотній області виду:

$$H(z) = \frac{S(z)}{U(z)} = G \cdot \frac{1 + \sum_{l=1}^q b_l \cdot z^{-l}}{1 + \sum_{k=1}^p a_k \cdot z^{-k}}. \quad (1)$$

Найбільше широко для опису мовного сигналу (МС) застосовується полюсна модель лінійного проорокування, що представляється у вигляді:

$$H(z) = \frac{1}{A(z)} = G \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^N a_i z^{-i}}, \quad (2)$$

де  $N$  – порядок моделі.

Параметрами такої моделі є коефіцієнти лінійного проорокування  $\{a_i\}$ , що обчислюються на кожному кадрі мовного сигналу, або еквівалентні їм параметри – ЛСК, запропоновані Ітакурой.

Корінь у загальному випадку можуть бути отримані в результаті рішення двох рівнянь:

$$\operatorname{Re}\{z^R A_N(z)\}_{z=e^{j\hat{\omega}}} = 0, \operatorname{Im}\{z^R A_N(z)\}_{z=e^{j\hat{\omega}}} = 0 \text{ при } R \geq (N/2), \quad (3)$$

$$\text{де } A_N(z) = 1 + \sum_{i=1}^N a_i z^{-i}$$

При цьому на підставі нової теорії ЛСК, запропонованої А.А. Ланне, коріння можуть розраховуватися по-різному залежно від параметра  $R$ . У рамках цієї теорії виділено кілька приватних випадків розрахунку ЛСК.

**Модель розрахунку ЛСК для  $R = N$**

У даній роботі розглядається випадок, коли  $R = N = 10$ . Досить вирішити тільки одне рівняння порядку  $N$ , щоб по його корінням знайти всі коефіцієнти вихідного багаточлена.

Задається порядок моделі (ступінь апроксимуючого полінома)  $ORD$ . На вхід надходить відрізок сигналу (кадр) тривалості  $FRM$ :

$$SG = \{sg_0, sg_1, \dots, sg_{FRM}\}. \quad (4)$$

Для усунення граничних ефектів виробляється згладжування ваговою функцією Хеммінга:

$$sh_i = sg_i \cdot (0,54 + 0,46 \cdot \cos(\frac{2\pi i}{FRM - i})), \quad (5)$$

де  $i = 0 \dots FRM$ .

Виконується розрахунок коефіцієнтів передатної функції за допомогою методу найменших квадратів і алгоритму Левинсона-Дарбіна.

Первинна ініціалізація:

$$E_0 = \sum_{i=1}^{FRM} sg_i^2. \quad (6)$$

У циклі від 1 до  $ORD$  виробляються наступні обчислення:

– Обчислення коефіцієнта автокореляції:

$$R_i = \sum_{l=1}^{FRM} sg_l sg_{l-i}. \quad (7)$$

– Обчислення коефіцієнта відбиття:

$$r_i = \frac{R_i - \sum_{k=1}^i a_k^{(i-1)} R_{i-k}}{E_{i-1}}. \quad (8)$$

– Завдання первісного наближення:

$$a_i^{(i)} = r_i. \quad (9)$$

– Уточнення значень коефіцієнтів:

$$a_k^{(i)} = a_k^{(i-1)} - r_i a_{i-k}^{(i-1)}, \quad (10)$$

де  $1 \leq k \leq i-1$ .

– Обчислення поточної помилки пророкування:

$$E_i = (1 - r_i^2) E_{i-1}. \quad (11)$$

– На останньому кроці циклу виходить остаточне рішення:

$$a_k = a_k^{(k)}, \text{ де } 1 \leq k \leq i-1. \quad (12)$$

Далі розрахунок коефіцієнтів відбиття по формулах кратних дуг:

$$G = \{g_0, g_1, \dots, g_{ORD}\}. \quad (13)$$

Пошук корінь полінома методом Ньютона:

$$G(x) = \sum_{i=0}^{ORD} g_i x^i. \quad (14)$$



Розрахунок набору ЛСК:

$$w_i = \arccos(x_i), \quad (15)$$

де  $i = 0 \dots \text{ORD} - 1$ .

### Використання ЛСК як інформативні ознаки МС

При розрахунку ЛСК на тривалому МС (рис. 1), виробляється його розбивка на кадри з перекриттям. У результаті розрахунків виходить набір значень ЛСК (рис. 4).

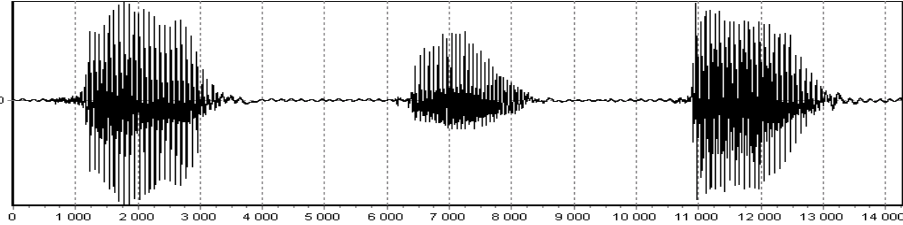


Рисунок 1 – Часова діаграма голосних фонем «а», «і», «о»

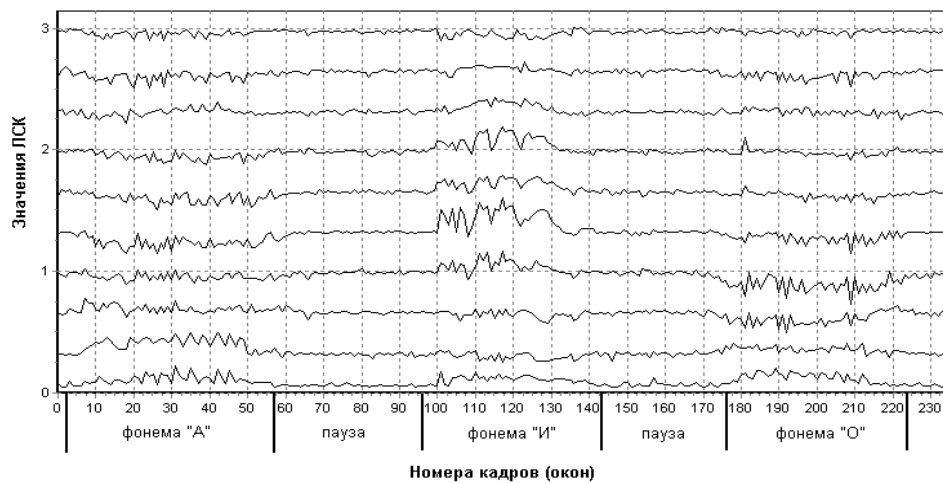


Рисунок 2 – Набір ЛСК для трьох фонем (порядок моделі – 10 корінь)

На рис 2 спостерігається порушення певних корінь при проголошенні фонем. Це обумовлено тим, що ЛСК несуть у собі спектральну інформацію про МС. Порушення корінь відбувається в області формантних частот голосних звуків.

Значення кожного ЛСК використовується як координата в N-мірному просторі ознак. На рис 3 і 4 показані образи трьох фонем у двомірному й тривимірному підпросторах. Сполучні лінії між точками відображають послідовність кадрів МС. Для деяких комбінацій ЛСК спостерігається впевнений поділ фонем – точки групуються в межах однієї області. Ця властивість дозволяє використовувати ЛСК як інформативні ознаки в СРМ.

Далі розглянемо моделі побудови словників еталонів, методики пошуку по них, проводиться критерій для оцінки вірогідності розпізнавання мовної команди.

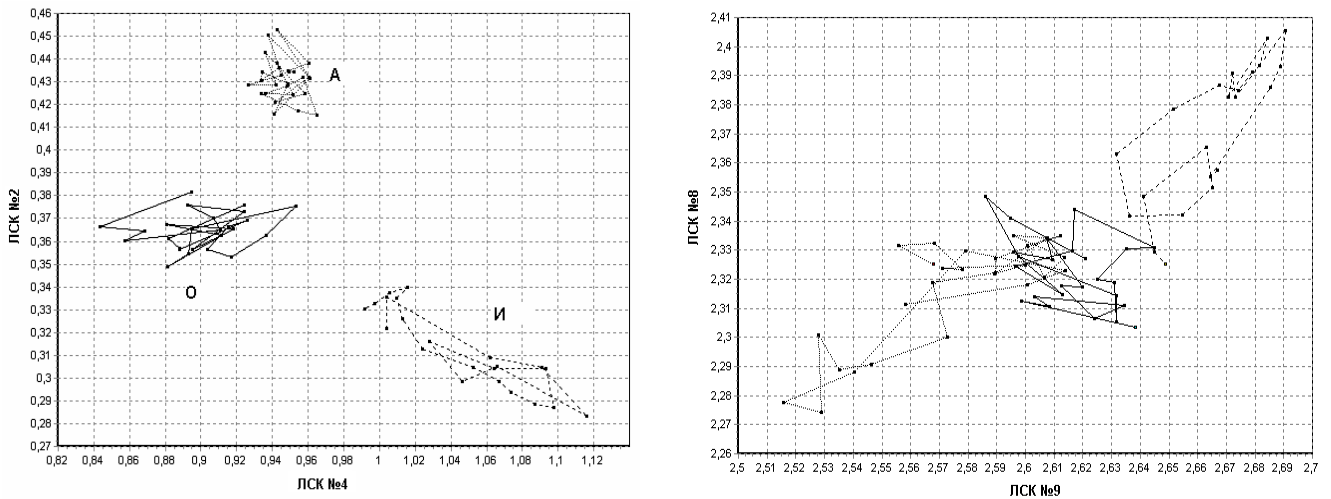


Рисунок 3 – Образи фонем у двомірному підпросторі ознак ЛСК

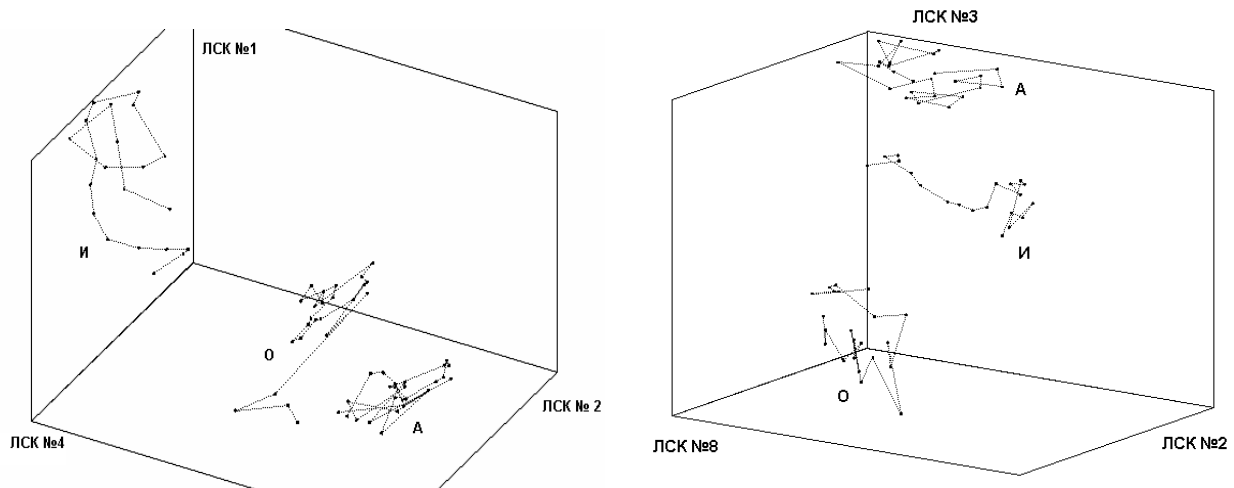


Рисунок 4 – Образи фонем у тривимірному підпросторі ознак ЛСК

### Вибір методики формування словника еталонів

Розпізнавання мови шляхом виділення окремих фонем на практиці не принесло істотних результатів. Якщо повернутися до проблеми сприйняття мови людиною, то виявляється, що навіть досвідчені фонетисти із працею справляються із завданням розчленування зливої мови на короткі сегменти. Найчастіше щоб розпізнати окрему фонему, слухачеві необхідно почути слово цілком або навіть трохи рядом вартих слів.

Відомо, що чим триваліше мовна одиниця, тим краще вона сприймається на слух. Виходячи із цього, для системи розпізнавання мовних команд як еталони найбільше доцільно використовувати цілі слова.

На рис 5 і 6 показані два слова, записані від різних дикторів. Слова представлені у вигляді точок у підпросторі двох ЛСК. Очевидно, що окремі фонemi досить важко виділити із цілого слова. Сполучні лінії (траєкторії точок ЛСК) відображають перебудовування голосового тракту людини в процесі проголошення звуків. Для тих самих слів траєкторії візуально схожі. Ця властивість дозволяє використовувати набори векторів ЛСК, з обліком їхньої часової послідовності, як елементи навчальних словників.

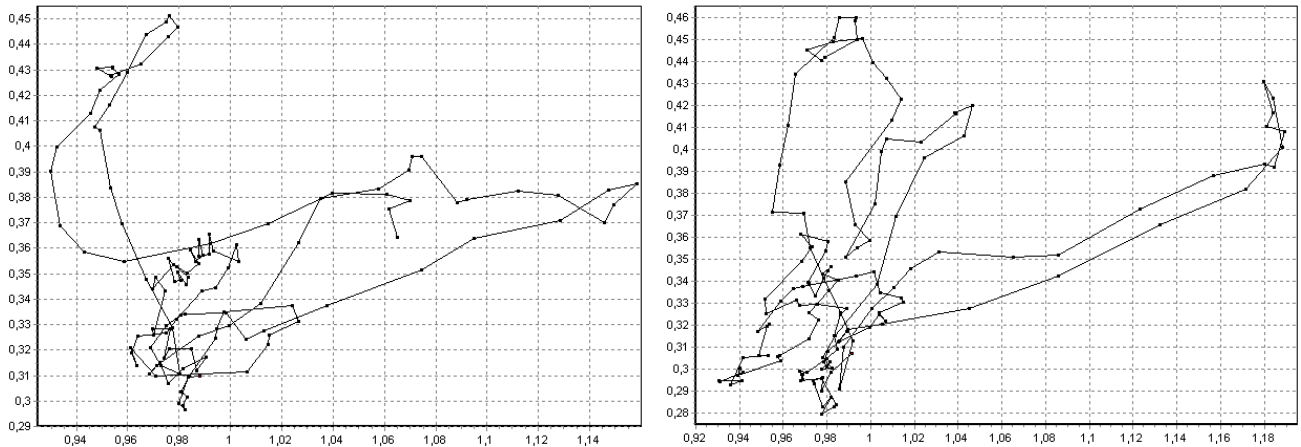


Рисунок 5 – Образи слова «повідомлення» для двох різних дикторів

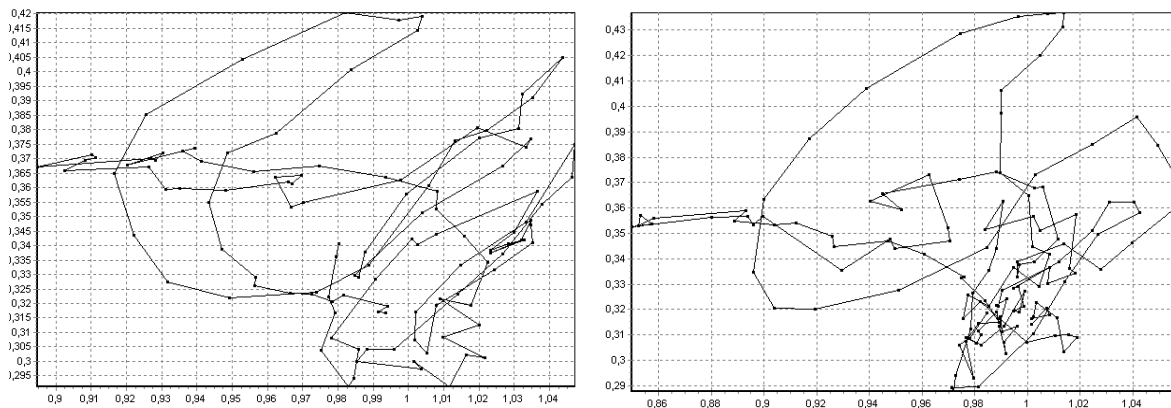


Рисунок 6 – Образи слова «налаштування» для двох різних дикторів

Оцінка міри близькості між вхідним МС і еталоном виробляється за допомогою методу нелінійного часового вирівнювання (динамічного програмування). Це один з найбільш потужних і широко відомих математичних методів сучасної теорії керування, був запропонований наприкінці 50-х років американським математиком Р. Беллманом для рішення оптимізаційних завдань. Метод дозволяє порівнювати різні по тривалості зразки. Застосовно до мовних сигналів це означає, що порівняння з еталонами можливо практично незалежно від темпу мови.

Нехай рівняється два зразки сигналів, представлених у вигляді масиву векторів (для МС це набори ЛСК):

$$X = \{\bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_i, \dots, \bar{x}_N\} \text{ та } Y = \{\bar{y}_0, \bar{y}_1, \dots, \bar{y}_i, \dots, \bar{y}_M\} \quad (16)$$

Розходження між векторами двох образів визначається послідовністю станів  $C_K$  і позначається:

$$F() = C_0, C_1, \dots, C_k, \dots, C_K, \quad (17)$$

де  $C_0$  й  $C_K$  – початковий і кінцевий стани,  $F()$  – функція часового вирівнювання, що проектує часову область одного образу на часову область іншого образу.

Метод ДП полягає в тім, що шукається така функція  $F()$ , при якій шлях зі стану  $C_0$  в стан  $C_K$ , є оптимальним, тобто буде отримана мінімальна накопичена відстань між двома образами.

При побудові оптимального шляху, на кожному кроці алгоритму використовується основна формула ДП:

$$d_{i,j} = \min \left\{ \begin{array}{l} d_{i,j-1} + r(\bar{x}_i, \bar{y}_j) \\ d_{i-1,j-1} + r(\bar{x}_i, \bar{y}_j) \\ d_{i-1,j} + r(\bar{x}_i, \bar{y}_j) \end{array} \right\}, \text{ де } i = 0 \dots N, j = 0 \dots M. \quad (18)$$

Як відстань між векторами використовується зважена евклідова метрика:

$$r(\bar{x}, \bar{y}) = \sum_{k=0}^{N\_SEC-1} (x_k - y_k)^2, \quad (19)$$

де  $N\_SEC$  – розмірність векторів ознак.

На виході процедури порівняння виходить деяке число (міра близькості), що представляє собою величину, зворотну ступені близькості між сигналами.

**Процедура пошуку по словнику** полягає в послідовному порівнянні вхідного сигналу з кожним з еталонів мовних команд. У табл. 1 показаний результат пошуку команди «повідомлення» у словнику із чотирьох командних слів. У результаті вхідний сигнал правильно розпізнаний системою. На рис 9 відображаються траєкторії найкоротших переходів по кадрах від еталонних сигналів до розпізнаваного. Дані по осі ординат нормовані по тривалості еталонних сигналів. По осі абсцис ідуть номери кадрів вхідного сигналу. Ділянки із крутими переходами між точками відображають автоматичне часове масштабування сигналів. Це відбувається, наприклад, якщо при проголошенні диктором розтягується голосний звук.

Таблиця 1 – Результат пошуку команди «повідомлення» у словнику із чотирьох командних слів

Еталон командного слова	Міра близькості
Повідомлення	1,85
Журнал	5,13
Диспетчер	6,82
Календар	4,33

Ідеальний випадок, коли розпізнаваний сигнал збігається з еталонним, являє собою діагональну східчасту траєкторію з лівого нижнього кута у верхній правий. На рис 9 для еталонів «журнал» і «календар» спостерігається істотне відхилення від діагоналі, що може бути додатковим критерієм для ухвалення рішення при розпізнаванні слів.

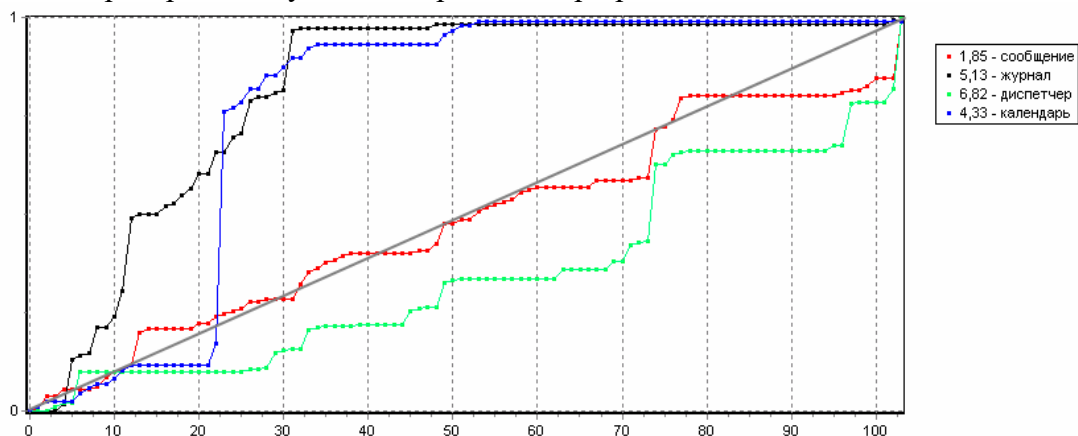


Рисунок 7 – Оптимальні траєкторії при порівнянні з еталонами

Перше ніж буде розпізнане ціле командне слово, на базі запропонованої моделі можливе **розпізнавання більше дрібних мовних одиниць**. Це дозволить скоротити область

пошуку в словнику й підвищити точність алгоритму. На рис 11 представлений результат розпізнавання цілого слова «режими» на словнику, що складається з набору складів. У якості одного з елементів словника використовується «еталон тиші» (позначений як «\_»), що дозволяє без застосування додаткових алгоритмів виділяти паузи в мовних сигналах.

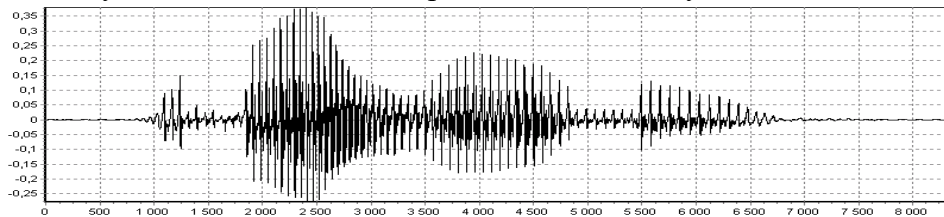


Рисунок 8 – Часова діаграма слова «ре-жи-ми»

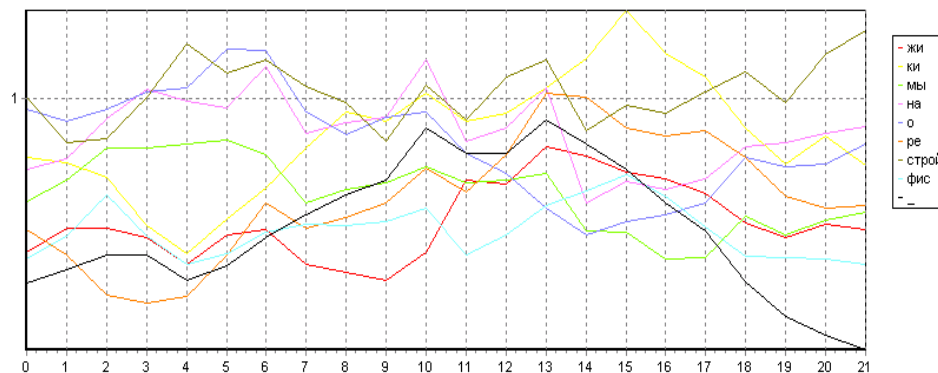


Рисунок 9 – Результат пошуку складів: «\_ререре\_жижижижи\_мимимими\_»

Вхідний сигнал розбивається на кадри по середній довжині еталонів. На графіку показані діаграми міри близькості до кожного з еталонів для всіх кадрів мовного сигналу. У результаті одержуємо послідовність розпізнаних складів. Шляхом згортки й подальша семантична обробка можлива одержання цілого слова. Дана методика може використовуватися для побудови СРМ на словниках більших обсягів.

Запропоновано рішення завдання пошуку слів у безперервному мовному потоці. Як елементи словника використовуються цілі слова. На вхід системи подається тривала ділянка мовного сигналу. У даному прикладі, фраза: «Чорна тойота номер три два один убік Київа» (рис 10).

Пошук іде без попередньої сегментації фрази на окремі слова. На рис 10 і 11 спостерігаються локальні мінімуми в області шуканих еталонних одиниць. На рис 12 яскраво вираженого мінімуму ні, тому що шукане слово («зелена») не було вимовлено в пропозиції. Співвідношення значення середньої міри близькості по всім кадрам МС і значення міри близькості на локальному мінімумі є критерієм, що дозволяє автоматично визначати, є присутнім чи взагалі шукане слово в аналізованій фразі.

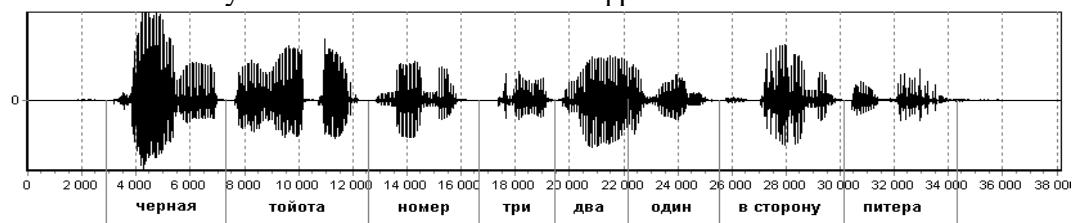


Рисунок 10 – Часова діаграма цілої фрази

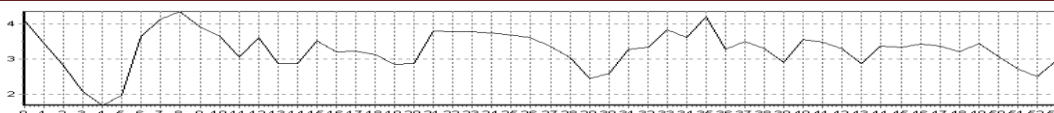


Рисунок 11 – Пошук слова «чорна» (співвідношення міри близькості = 0,5)

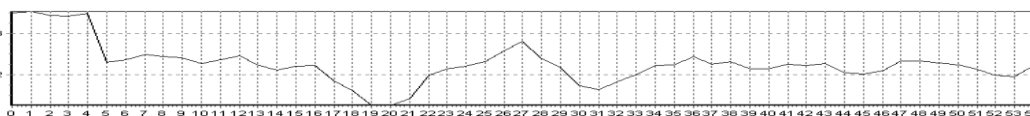


Рисунок 12 – Пошук слова «номер» (співвідношення міри близькості = 0,5)

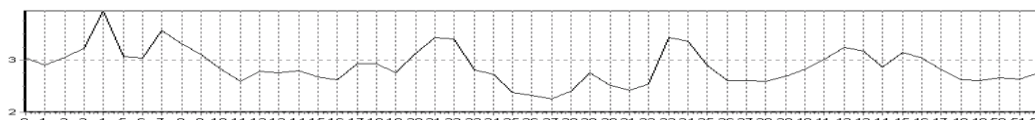


Рисунок 13 – Пошук слова «зелена» (співвідношення міри близькості = 0,8)

### Критерій для оцінки вірогідності розпізнавання слів

При розпізнаванні мовних команд на базі словника з набору цілих слів, виходить таблиця зі значеннями міри близькості до елементів словника. Еталон з мінімальним значенням є шуканим – розпізнаним. Навіть якщо на вхід системи буде подане слово, що не входить у словник, у кожному разі буде отриманий результат – один з еталонів. Що приведе до помилки розпізнавання.

Запропоновано рішення завдання автоматичного відсівання помилкових спрацьовувань системи. Таблиця результатів розпізнавання нормується (табл. 2). Далі підраховується різниця в значенні міри близькості між першим і другим еталоном. У даному прикладі це 0,73. Якщо ця різниця не перевищує граничне значення 0,5, то слово буде вважатися нерозпізнаним і системою буде виданий запит на повторне уведення команди. Запропонований критерій дозволяє оцінювати вірогідність розпізнавання поточного слова.

Таблиця 2 – Таблиця результатів розпізнавання

Еталон	Міра близькості	Після нормування
Повідомлення	1,74	1,00
Пам'ять	3,01	1,73
Наналаштування	3,06	1,75
Годинники	3,45	1,98
Офіс	3,53	2,03
Режими	3,68	2,11
Засоби	4,06	2,33
Контакти	4,13	2,37
Теми	4,15	2,38
Журнал	4,25	2,44
Зв'язок	4,58	2,63
Календар	4,70	2,70

### Оцінка впливу параметрів моделі ЛП на вірогідність розпізнавання

У ході досвідів, на словнику з 42 командних слів від 4 дикторів, варіювався розмір кадрів МС і ступінь апроксимуючого полінома (порядок моделі). На рис 14 і 15 наведені графіки відповідних залежностей. Найкраща вірогідність розпізнавання досягається, коли розмір вікна збігається з періодами основного тону МС. При зміні порядку моделі, максимум досягається на 10 коріннях, далі спостерігається пологий графік кривої.

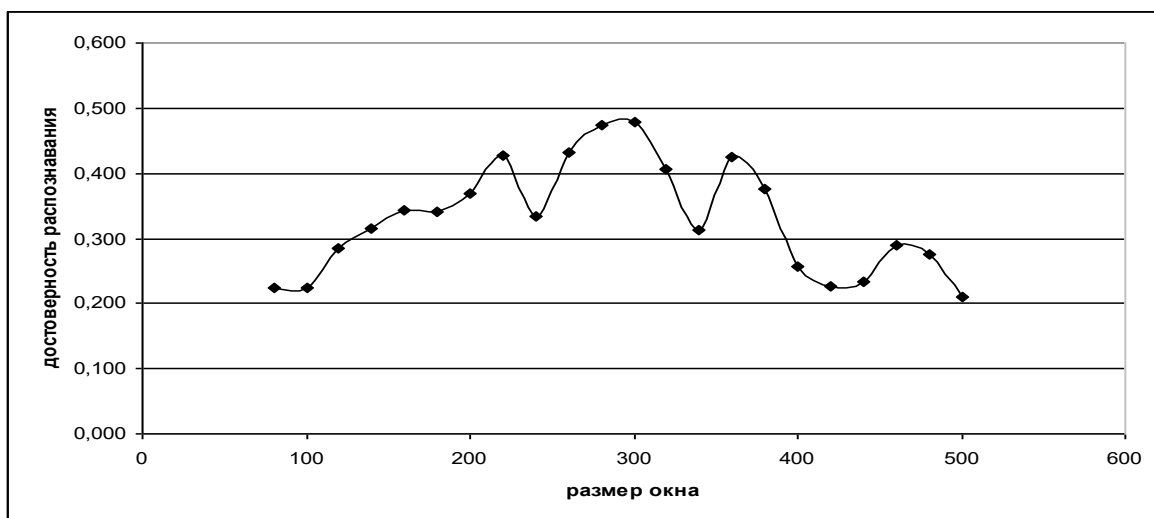


Рисунок 14 – Вплив розміру вікна на вірогідність розпізнавання

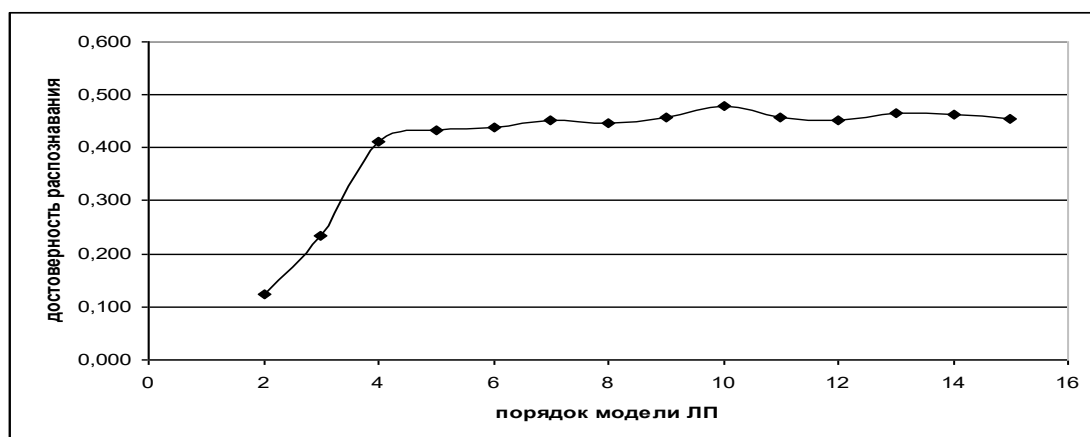


Рисунок 15 – Вплив порядку моделі на вірогідність розпізнавання

Результати досліджень погодяться із загальновідомими оцінками оптимальних параметрів моделі ЛП. Що підтверджує адекватність запропонованого критерію оцінки вірогідності розпізнавання мовних команд.

#### Оцінка якості сформованого словника еталонів

При використанні системи розпізнавання мовних команд в умовах підвищеної зашумленості або на вузькополосних каналах зв'язку, навіть на словниках малих обсягів (до 50 слів) можливо велика кількість помилок. Для збільшення надійності запропоновано використовувати корекцію словника еталонів.

Таблиця 3 – Аналіз того, наскільки елементи відрізняються друг від друга

Еталони	Календар	Контакти	Налаштування	Офіс	Пам'ять	Режими	Зв'язок	Повідомлення	Засоби	Теми	Годинники
Журнал	2,64	2,59	3,11	2,45	3,47	2,73	3,34	4,73	2,8	2,39	3,54
Календар		2,54	3	2,78	2,96	2,4	2,72	4,24	3,15	2,28	3,47
Контакти			2,77	2,87	3,32	3,09	3,17	4,35	3,1	2,52	3,49
Налашт				2,24	2,53	3,15	3,41	3,07	3,46	2,82	3,33

ування											
Офіс					2,36	2,71	2,59	3,48	3,31	2,46	3,2
Пам'ять						3,51	2,66	2,6	4	3,06	3,7
Режими							2,59	3,44	2,72	1,95	3,23
Зв'язок								4,29	3,01	2,4	2,98
Повідомлення									4,16	3,9	3,23
Засоби										2,4	3,2
Теми											2,88
Середнє	2,83	3,07	2,99	2,77	3,11	2,87	3,01	3,77	3,21	2,64	3,30

Після формування словника виробляється аналіз того, наскільки елементи відрізняються друг від друга (табл. 3). Підраховується середнє значення (у даному прикладі 3,04). Якщо деякі елементи словника занадто схожі один на одного (міра близькості менше порога, рівного 2), то пропонується замінити один з еталонів, наприклад, синонімом. Після цього виробляється повторний аналіз словника.

У даному прикладі (табл. 3), після заміни одного зі схожої пари слів «теми» або «режими», відсоток правильно розпізнаних команд збільшився на 9,8%.

У табл. 4 показані результати розпізнавання для чотирьох варіантів первинних ознак:

- LSP – лінійних спектральних корінь (пари)
- LPC – коефіцієнти лінійного проорокування
- PLP – коефіцієнти перцептивного проорокування
- MFCC – мел-кепстральні коефіцієнти

Таблиця 4 – Результати розпізнавання

Диктори	Час розрахунку, мс				Вірогідність				% помилок			
	LSP	LPC	PLP	MFCC	LSP	LPC	PLP	MFCC	LSP	LPC	PLP	MFCC
Чоловік1	9,05	3,05	13,09	13,02	1,91	1,30	1,49	1,13	0,00	4,76	2,38	2,38
Чоловік2	8,45	2,85	11,91	12,30	0,78	0,41	0,78	0,69	4,76	23,80	23,80	19,05
Жінка1	8,31	2,24	12,20	11,50	1,46	0,90	1,07	1,06	3,84	19,23	7,69	7,69
Жінка2	7,95	2,15	10,30	10,23	1,35	0,75	0,99	0,95	2,86	8,57	5,71	5,71
Середнє	8,44	2,57	11,88	11,76	1,38	0,84	1,08	0,96	2,87	14,09	9,90	8,71

Видно, що для ЛСК спостерігається мінімальний відсоток помилок 2,87% і максимальний ступінь вірогідності 1,38. При цьому час розрахунку порівнянний з іншими методами. Що дозволяє говорити про можливість успішного застосування даних ознак у більше складних системах розпізнавання мови.

Для реалізації алгоритму розпізнавання мови, був обраний алгоритм MFCC.

#### Опис алгоритму MFCC

Існують безліч методів розпізнавання мови, у переважній більшості випадків вони засновані на методах статистичного аналізу й теорії ймовірностей (Hidden Markov Model, Gaussian Mixture Model і т.п.). Як відомо, компанія google надає безкоштовний сервіс по розпізнаванню коротких мовних повідомлень. На основі цього сервісу було навіть запропоноване розпізнавання мови за допомогою мікроконтролера. Однак, виникає питання: є чи можливість зробити свою систему розпізнавання мови, нехай навіть на досить обмеженому за розміром словнику, без використання «зовнішніх» сервісів, при цьому щоб вона працювала швидко й із прийнятною якістю?



### Основна ідея

Отже, для розпізнавання мови будемо використовувати MFCC. Щоб не вдаватися в подробиці скажу, що відноситися до них варто лише як до деякого фільтра, на вході якого – фонограма, на виході – набір векторів (коефіцієнти), що ми й будемо розпізнавати як деяке слово або набір слів.

Справедливості заради варто відзначити, що існують безліч інших акустичних ознак, що використовуються для розпізнавання мови: Perceptual linear predictive (PLP), Linear prediction cepstral coefficient (LPCC), Linear frequency cepstral coefficients (LFCC).

Основна ідея полягає у використанні лінійного дискримінантного аналізу для ідентифікації слова. Однак, він застосовний лише для векторів однакової розмірності. Т.к. слова можуть бути різної довжини, виникає питання: яким образом перетворити послідовність довільного числа MFCC-векторів у вектор фіксованої розмірності?

Можна надійти в такий спосіб: знаходити місця «згущення» розподілу цих векторів і в якості результуючого вектора брати конкатенацію векторів, що є центрами «згущень».

Такий конкатенований вектор будемо називати супервектором середніх, а самі центри – середніми значеннями. При цьому в якості «відправної точки» будемо використовувати супервектор середніх, отриманий на всіх MFCC-векторах всієї бази навчання.

Перетворивши в такий спосіб послідовність MFCC-векторів в один супервектор середніх фіксованої розмірності, ми можемо застосовувати різні методи класифікації.

Очевидний принциповий недолік такого підходу: не враховується динаміка розподілу MFCC-ознак за часом, отже, система апіорі не здатна розрізняти, приміром, слова «головриба» і «абирвалг», тому що загальний розподіл MFCC-векторів таких слів буде приблизно однаковим (відповідно, центри «згущень» будуть збігатися).

### Опис алгоритму

Як базу навчання будемо використовувати безліч файлів, кожний з яких являє собою набір MFCC-векторів, отриманих з фонограми із записом того або іншого слова. При цьому файли із записом того самого слова повинні бути об'єднані в одну групу.

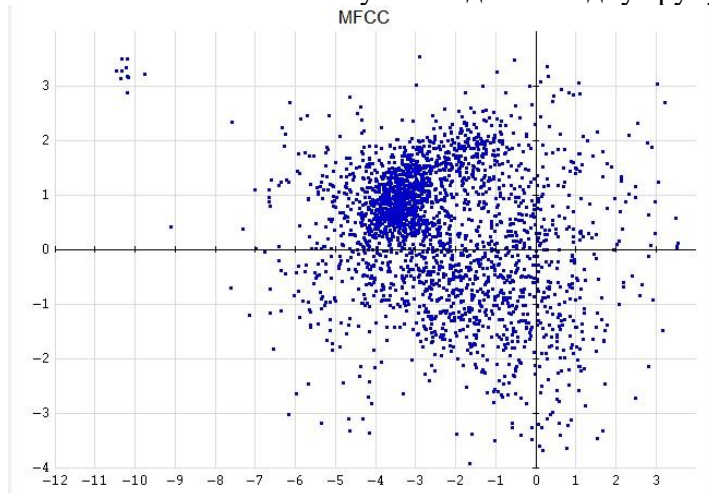


Рисунок 16 – Розподіл перших двох компонентів MFCC-векторів всієї бази навчання

Алгоритм складається з наступних етапів:

1. Знаходимо супервектор середніх для всієї бази навчання за допомогою алгоритму К-середніх.

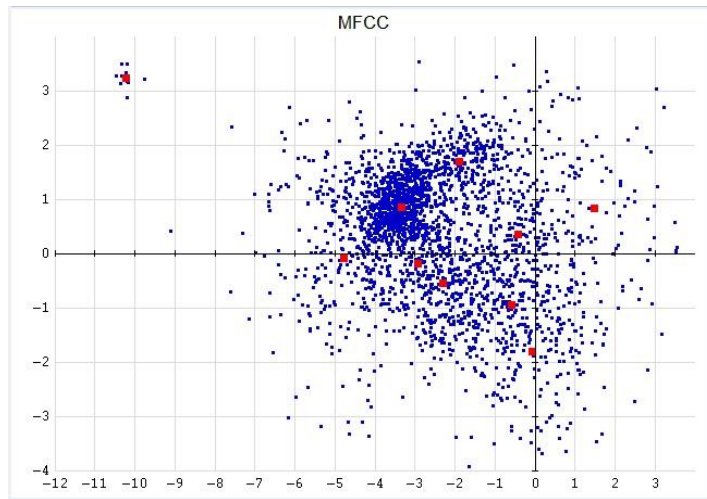


Рисунок 17 – Приклад роботи алгоритму K-середніх для K=10, де більші червоні квадрати і є шукані середні значення

2. Для кожного файлу бази знаходимо власні середні значення за формулою:

$$M_k = a * M_{k0} + (1 - a) * M_k', k = 1:K$$

де  $M_{k0}$  – середнє значення, знайдене в п.1,  $M_k'$  – середнє значення, отримане в результаті застосування однієї ітерації алгоритму K-середніх для MFCC-векторів файлу з використанням як початкове значення  $M_{k0}$ ,

$$a = R / (R + N_k),$$

де  $R$  – коефіцієнт «чутливості»,  $N_k$  – число MFCC-векторів, що відповідають середньому значенню  $M_k'$ .

3. Знайдені в такий спосіб середні значення будемо називати адаптованими середніми значеннями.

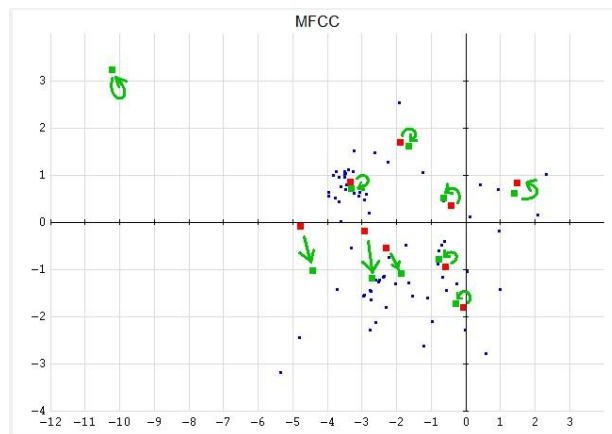


Рисунок 18 – Приклад адаптованих середніх значень для файлу

4. Маючи тепер замість вихідних фонограм адаптовані супервектора середніх, проводимо LDA для N класів (кожний клас відповідає одному слову).

5. У результаті ми повинні одержати матрицю, що складається з векторів нового базису, при проекції на який вихідні адаптовані супервектора середніх повинні досить добре розділятися.

6. Проектуємо всі адаптовані супервектора середніх на новий базис і знаходимо середні значення й СКВ (середнє квадратичне відхилення) проекцій для кожного класу.

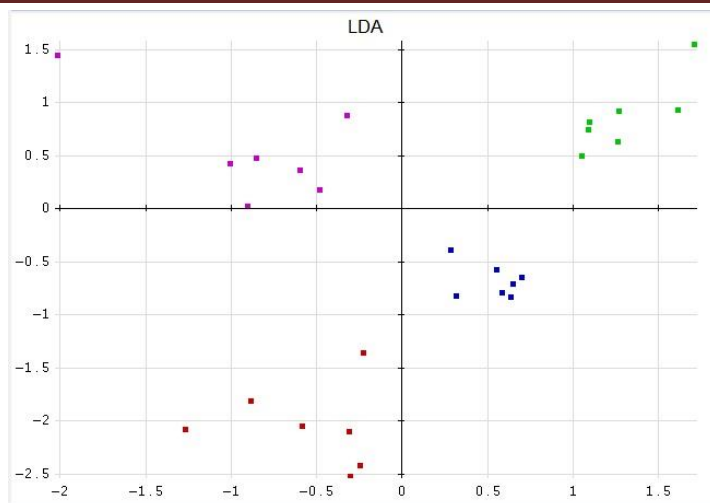


Рисунок 19 – Приклад для N=4

7. Для визначення приналежності тестової фонограми тому або іншому класу (тобто розпізнавання), виконуємо для неї пп. 2 і 4, далі знаходимо відстані отриманої проекції до середніх значень всіх класів (можна додатково нормувати їх на відповідне СКВ). Мінімальна відстань і буде відповідати класу, до якого належить тестова фонограма.

#### Реалізація

Створення власної системи розпізнавання слів складається з наступних етапів:

1. Запис фонограм для навчання й тестування.

Для запису можна скористатися будь-якою програмою, що вмiє записувати звук і зберігати його у форматі WAVE. Я рекомендую використовувати безкоштовну програму Audacity.

Розроблена система не вмiє видiляти мовні сегменти, тому при записі потрібно намагатися, щоб у фонограмі була присутня тільки мова. Чим якісніше використовується мікрофон, тим якіснішою виходить система. Записувати необхідно в моно-режимі із частотою дискретизації 16000.

2. Побудова MFCC-векторів.

Для побудови MFCC-векторів можна використовувати безкоштовну бібліотеку SPro 5.0. Я взяв на себе відповідальність, небагато перебрав цю бібліотеку, виправив парочку помилок і зробив складання програми sfbcep.exe під windows (див. папку ../spro-5.0). 32-розрядна версія цієї програми лежить у папці ../tools. Для побудови MFCC-векторів я використовував наступні параметри:

```
sfbcep.exe -format=wave -sample-rate=16000 -mel -freq-min=0 -freq-max=8000 -fft-length=256 -length=16.0 -shift=10.0 -num-ceps=13 [вхідний WAVE-Файл] [вихідний файл із MFCC-векторами]
```

#### Навчання й тестування системи

Для навчання й тестування системи я написав програму wrsystem мовою visual C++. Реалізація алгоритму LDA була запозичена з бібліотеки ALGLIB.

Програма wrsystem має два режими роботи: навчання (у випадку наявності параметра -learn) і тестування. Ця програма приймає на вхід три основних параметри:

– Шлях до файлу з описом бази навчання (тестування) (параметр -base). Приклад файлу з описом бази лежить у папці ../base, також опис формату можна подивитися, запустивши програму з параметром -help.

– Шлях до бінарного файлу, що зберігає результат навчання системи (параметр -system). У режимі навчання цей файл створюється, у режимі тестування – зчитується.

– Шлях до файлу, у який записуються результати тестування системи на зазначеній базі: матриця переплутування й значення WER (Word Error Rate) (параметр -test\_results).

### Результати експериментів

Як експеримент я створив систему, що вмiє розпiзнавати 14 слiв, записаних моїм голосом. Для навчання системи я записав кожне слово 4-5 разiв, а для тестування – 7 разiв. Разом база навчання мiстить 63 файлу, а база тестування – 98. Використовувалися наступнi параметри при навчаннi:

- Кiлькiсть середнiх значень: 10.
- Коефiцiєнт «чутливостi» при адаптацiї: 20.
- Розмiрнiсть проекцiї: 20.
- Використання нормалiзацiї на СКВ: вiдсутнiй.

Результат тестування на базi навчання показав рiвень помилки розпiзнавання слiв (WER) 1,6%, а на базi тестування 5,1%.

### На що варто звернути увагу

Для того, щоб будь-яка система (включаючи описану тут) могла якiсно розпiзнавати мову будь-якої людини, необхідно мати величезну базу навчання iз записом всiх слiв, вимовлених рiзними людьми в рiзному емоцiйному станi з використанням рiзних записуючих пристроїв (телефон, мiкрофон, що пiдслухує пристрiй i т.п.). Тобто система, що ви навчите, використовуючи тiльки свiй голос i тiльки вашу домашню гарнiтуру, напевно не буде працювати для ваших знайомих i навiть для вас, якщо ви будете використовувати який-небудь iнший мiкрофон.

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 20. На нiй показано структуру системи дистанцiйного голосового керування робототехнiчним комплексом.

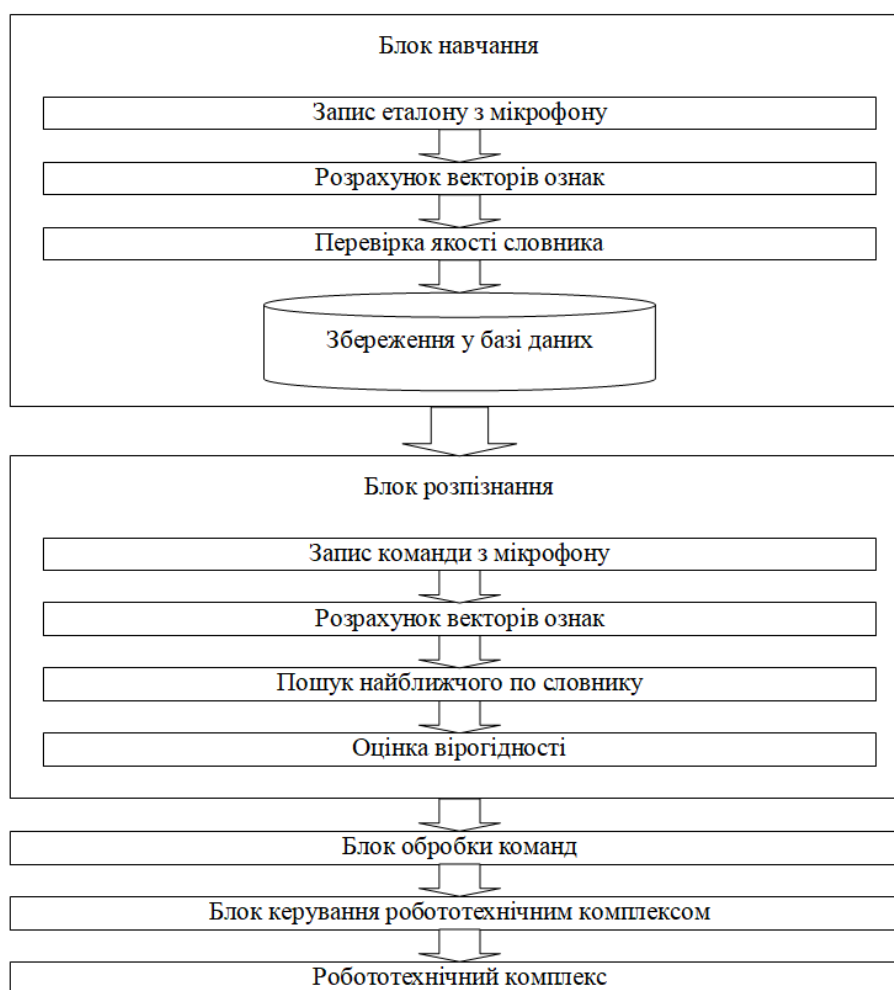


Рисунок 20 – Структурна схема системи

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом. Досліджена система дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом.

### Список літератури

1. 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.
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., 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., 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
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., 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.
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. 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. 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.
17. 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.
18. 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.
  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. 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.
  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.

## ЗМІСТ

Я. Скібінський, В. Селехова. Зменшення зносу робочих профілів деталей циклоїдальних гідромоторів	4
С. Огнар'ов, О. Скібінський, В. Селехова. Дослідження впливу режимів різання при швидкісному точінні керамічною пластиною з вайпер геометрією на параметри якості оброблюваної поверхні	9
В. Давидов. Вдосконалення системи моніторингу банківських кредитів	13
Р. Чагайна, А. Апаракін. Методика порівняльної оцінки силових характеристик та продуктивності методів черв'ячного зубофрезерування	19
І. Мілай, О. Скібінський, А. Заїка. Розробка верстата паралельної структури з ланками постійної довжини	24
Yelizaveta Khovrenko, Svitlana Shcherbyna. The importance of captcha for cybersecurity in internet	32
О. Хайменов, Р. Осін, М. Красота, Ю. Кулешков, Т. Руденко. Дослідження шляхів підвищення ефективності технічних обслуговувань та ремонтів електронних систем автомобілів	35
Я. Скібінський, В. Селехова. Дослідження затискного пристрою з регульованою силою затиску	41
Є. Купчевич, О. Скібінський, А. Апаракін, О. Лисенко. Підвищення стійкості різального клину розточувального інструменту при обробці переривчастих отворів	44
М. Боздаган'ян. Організація оцифрування документів в архівних установах України	50
D.S.Kolesnyk, Svitlana Shcherbyna. Algorithm, search, ranking factors, websites, webpages, updates, google	56
Т. Кирнасовська, Т. Тунік. Дослідження властивостей осаду стічних вод кос м. Кропивницький з метою використання у виробництві тротуарної плитки	59
А. Віляда. Дослідження характеристик відходів кави, що утворюються в закладах громадського харчування	64
В. Мельніченко. Управління відходами на рівні домогосподарств	67
С. Іващишин, О. Медведева. Зниження вуглецевого сліду аграрного сектору через оптимізацію добрив	70
Л. Рябуха. Знахідки чужорідного виду - вогнівки самшитової ( <i>cydalima perspectalis</i> ) на території м. Кропивницький	73
Я. Чернявська, В. Барабаш. Історія розвитку електронних ресурсів бібліотечних установ	76
К.Батрак. Дослідження та програмна реалізація системи генерації складних двомірних матричних штрих-кодів	80
М.Белоглазов. Дослідження та програмна реалізація системи проектування архітектури корпоративних мереж побудованих на	88

технології бездротової ngn	
Я.Білорус. Дослідження та програмна реалізація хмарної системи обліку товарно-матеріальних цінностей	101
А.Григоращенко. Дослідження та програмна реалізація системи менеджера завантажень з використанням протоколу bittorrent	111
А. Титченко. Ключові тематичні напрямки та унікальні експонати колекції в обласній універсальній науковій бібліотеці ім. Д. І. Чижевського	129
О. Декусар. Ключові тематичні напрямки та унікальні експонати колекції «Відомості про склад херсонського військового поселення 1831 року» Анатолія Пивовара в обласній універсальній науковій бібліотеці ім. Д. І. Чижевського	132
Ю. Ткаченко. Аналіз активності та ефективності комунікаційних платформ закладів середньої освіти у цифровому середовищі	135
І. Ніжніченко. Мережа інноваційних комунікацій підприємства – базовий компонент інноваційної системи управління персоналом	138
В. Потапчук. Сучасні підходи до здійснення інформаційно-документаційного забезпечення підприємницької діяльності	141
Я. Набожний. Ключові аспекти інформаційної безпеки «Нафтогаз України»	145
Є.Деркач. Дослідження та програмна реалізація системи управління паралельними обчисленнями для наукових досліджень	149
М.Єрмеєв. Дослідження та програмна реалізація системи браузеру для перегляду веб-сайтів	158
О.Корнієнко. Дослідження та програмна реалізація системи передачі відеоданих з використанням технології CUDA	172
В.Лісовий. Дослідження та програмна реалізація системи стабілізації та підвищення якості відеопотоку	183
О.Лопотуха. Дослідження та програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM CORTEX-A15 MPCORE	192
С.Мажаєв. Дослідження та програмна реалізація системи агенції з підбору персоналу	193
Д.Мартинов. Дослідження та програмна реалізація системи стиску зображень за допомогою фракталів	204
Д.Мошуренко. Дослідження та програмна реалізація системи комп'ютерного зору для створення інтерактивних користувальницьких інтерфейсів	224
Ю.Омелян. Дослідження та програмна реалізація системи підвищення надійності зберігання даних у хмарі	243
Д.Пархоменко. Дослідження та програмна реалізація системи диспетчеризації файлів у мобільній операційній системі IOS 16	257
М.Разумовський. Дослідження та програмна реалізація системи керування компонентами інтелектуального будинку за технологією TELETASK	268



В.Середа. Дослідження та програмна реалізація системи мобільного контролю вантажоперевезень на базі ОС ANDROID	278
О.Скирда. Дослідження та програмна реалізація системи виділення й розпізнавання обличчя користувача у мережі	288
Б.Сопілка. Дослідження та програмна реалізація системи мережного керування помешканнями з використанням протоколу MODBUS/RTU	296
М.Тимчук. Дослідження та програмна реалізація системи збору, обробки та відображення інформації об'єкту моніторингу у мережі	306
Б.Шторгін. Дослідження та програмна реалізація системи надання доступу до мережі INTERNET сервіс провайдера	318
О.Безушко. Дослідження та програмна реалізація системи реінжинірингу та рефакторингу програмного коду до платформи .net	329
В.Білоконенко. Дослідження та програмна реалізація системи клієнтського модуля інтернет-радіо	337
В.Бутаков. Дослідження та програмна реалізація системи інтелектуального дому з використанням технології LCN	345
В.Гаєвський. Дослідження та програмна реалізація системи моніторингу біомедичної інформації	354
Н.Гарашенко. Дослідження та програмна реалізація системи оптимізації структури інформаційного ресурсу	362
Д.Горяний. Дослідження та програмна реалізація системи електронного документообігу кафедри кібербезпеки та програмного забезпечення	373
В. Гуровський. Дослідження та програмна реалізація системи дистанційного голосового керування робототехнічним комплексом	382