

УДК 004

О.Форосяний, магістр гр. КІ-22М-1*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЖОРСТКОГО ДИСКУ ПК

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

Постановка проблеми. На загальну продуктивність комп'ютера значною мірою впливає швидкість вашого диска, оскільки ми живемо в час, коли все оцифровано. Немає значення, чи ви професіонал, який працює з великими файлами, чи ви захоплений геймер, якому потрібні високоякісні відео, розуміння його швидкості є важливим. Однак для аналізу та підвищення точності продуктивності ваших пристроїв зберігання даних існують різні програми для цієї мети. Швидкість диска – це міра того, наскільки швидко ваш накопичувач може читати або записувати дані. Це впливає на все: від часу завантаження до швидкості запуску програми та продуктивності гри. Низька швидкість передачі даних часто призводить до неприємних затримок, тривалих періодів завантаження та, зрештою, менше часу, витраченого на продуктивність. Регулярні тести швидкості диска можна використовувати для усунення потенційних проблем на досить ранній стадії, перш ніж вони переростуть у повномасштабну кризу. Коли ви запускаєте тест швидкості диска, ви, ймовірно, побачите інформацію про послідовні та випадкові операції читання/запису. Нижче наведено короткий розподіл цих концепцій:

– **Послідовне читання/запис.** Це вимірює, наскільки швидко він може читати або записувати великі безперервні блоки даних із блоку пам'яті, який також відомий як запам'ятовуючий пристрій. Це важливо для таких завдань, як переміщення великих файлів, наприклад, копіювання чогось з одного місця на вашому комп'ютері в інше місце або навіть перенесення музичних файлів з комп'ютера на MP3-плеєр для прослуховування в іншому місці.

– **Довільне читання/запис.** Він повідомляє нам про час, потрібний для читання або запису невеликих несуміжних блоків пам'яті, які можуть міститися в одному файлі або поширюватися на певну область. Такі операції пов'язані з такими основними діями, як запуск програми обробки тексту або будь-якої іншої програми, виконання якої передбачає відкриття багатьох різних файлів. Розуміючи ці цифри, ви можете визначити, чи є проблема з вашим приводом.

– **Загортання.** Підсумовуючи, програми тестування швидкості диска є важливими для підтримки продуктивності системи, оскільки вони допомагають вам раніше виявити будь-які проблеми, пов'язані зі швидкістю, шляхом регулярного тестування. Відтепер можна досягти приємнішого, плавнішого та продуктивнішого обчислення, забезпечивши оптимальне

функціонування ваших пристроїв зберігання шляхом регулярної перевірки швидкості запису та отримання даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

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

- Огляд існуючих систем аналізу працездатності жорсткого диску ПК.
- Дослідження системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.
- Програмна реалізація системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

Об'єктом дослідження є процес аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

Предметом дослідження є методи аналізу працездатності жорсткого диску ПК.

Методи дослідження базуються на методах архітектури комп'ютерів, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Багато з нас стикалися з поломкою жорсткого диска або SSD. Деякі з нас навіть намагалися дізнатися більше про надійність жорстких дисків та їх приховану функцію прогнозування, яка є частиною технології під назвою SMART. Хтось може заперечити, що SMART не настільки надійний, оскільки він не передбачає невдач у всіх випадках. Цей факт частково вірний, але насправді внутрішня робота цієї системи самоконтролю не така проста, тому давайте розглянемо, як працює SMART. Ми також збираємося показати вам, як перевірити статус HDD SMART, а також стан твердотілого накопичувача SMART:

SMART – це система, яка контролює внутрішню інформацію вашого накопичувача. Його розумна назва насправді є аббревіатурою від Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology. SMART, також пишеться як SMART, – це технологія, яка міститься в жорстких і твердотілих накопичувачах. Це не залежить від вашої операційної системи, BIOS чи іншого програмного забезпечення.

SMART був винайдений тому, що комп'ютерам було потрібно щось, що могло б відстежувати стан їхніх жорстких дисків. Це означає, прямо кажучи, що SMART нібито має бути в змозі сказати вам, якщо ваш жорсткий або твердотілий накопичувач ось-ось перестане працювати.

Інформацію про стан диска надає SMART

Як SMART це робить? У вас може виникнути спокуса подумати, що SMART магічним чином здогадається, чи справний ваш диск. Але те, що він робить, це зовсім інша історія. SMART відстежує низку змінних, кількість і тип яких змінюються від приводу до приводу, що є показниками його надійності. Якщо ви хочете отримати детальне уявлення про всі атрибути SMART, оскільки їх близько 50 (рівень помилок необробленого читання, час розкручування, повідомлення про невірні помилки, час увімкнення, кількість циклів завантаження тощо) відвідайте цю веб-сторінку.

Однак знайте, що, за винятком окремих спроб (Google, Backblaze), більшість даних SMART є незадокументованими. Система надає велику кількість внутрішніх даних. Проте в статистиці є багато невідповідностей, оскільки багато виробників жорстких дисків використовують різні визначення та вимірювання. Наприклад, деякі виробники зберігають дані про час увімкнення в годинах, а інші вимірюють їх у хвилинах або секундах. Крім того, вони не пояснюють, які з різних атрибутів або змінних варті нашої уваги, що змушує нас потонути в даних.

Перш ніж спробувати зрозуміти, які атрибути SMART є доречними, ми спочатку повинні розрізнити основні типи збоїв SSD і HDD: передбачувані та непередбачувані.

Деталі SMART для твердотілого накопичувача

Передбачувані збої включають поломки, які виникають вчасно і викликані несправністю дискової механіки або пошкодженням поверхні диска у випадку жорстких дисків. Для твердотілих накопичувачів передбачувані збої можуть включати звичайний знос із часом або велику кількість невдалих спроб стирання. Проблеми з часом посилюються, і диск зрештою виходить з ладу.

Непередбачувані збої викликані раптовими подіями, серед яких ми можемо згадати, наприклад, раптові стрибки напруги або несподіване пошкодження схем всередині жорсткого диска або твердотілого накопичувача. Важливо розуміти, що SMART може допомогти вам лише виявити передбачувані збої.

Тепер, коли ви маєте основне розуміння того, що таке SMART і що він робить, давайте подивимося, як перевірити стан SMART ваших дисків у Windows, а також як читати та інтерпретувати деталі SMART:

Як перевірити стан SSD і HDD SMART

На комп'ютерах і пристроях з ОС Windows найпростіший спосіб читати дані SMART із жорсткого диска чи SSD – це використовувати спеціалізовані програми. Їх досить багато, але багато з них або погано розроблені, або коштують грошей. З усіх програм, які можуть зчитувати дані SMART, найкращою, яку ми рекомендуємо вам використовувати, є CrystalDiskInfo. Він безкоштовний, може зчитувати атрибути SMART, а також це одна з небагатьох таких програм, яка може отримувати дані SMART як з дисків IDE(PATA), SATA та NVMe, так і з портативних дисків, які використовують eSATA, USB, або IEEE 1394.

Ще один чудовий спосіб перевірити стан SMART і деталі жорсткого диска або твердотілого накопичувача – це використовувати програми, надані їх виробником. Наприклад, більшість твердотілих накопичувачів супроводжуються додатками підтримки, які дозволяють перевіряти інформацію про них, перевіряти їх справність, запускати діагностику тощо. Ці програми зазвичай містять опції для перевірки стану SMART.

Третій спосіб перевірки стану SMART вашого жорсткого диска або SSD пропонує Windows 10. Він не показує подробиці, але може сказати вам, чи стан SMART ваших дисків нормальний чи ні. Щоб перевірити SMART, відкрийте командний рядок і виконайте цю команду: `wmic diskdrive get model, status`. Команда виводить список дисків, підключених до вашого ПК, і показує статус SMART для кожного з них.

Цей останній метод перевірки стану SMART є, мабуть, найшвидшим способом у Windows 10 перевірити, чи ваші диски виходять з ладу.

Розробка структурної схеми

На рисунку 1 зображена структурна схема розробленої системи аналізу працездатності жорсткого диску ПК. Структурна схема складається з наступних блоків:

- Блок перевірки наявності підтримки технології S.M.A.R.T. накопичувачем.
- Блок посилення у накопичувач команди запиту S.M.A.R.T.-таблиць.
- Блок одержання таблиці в буфер додатка.
- Блок роботи з табличною структурою, що витягає з них номери атрибутів і їхні числові значення.
- Блок зіставлення стандартизованих номерів атрибутів їхнім назвам (іноді – залежно від типу, моделі або фірми-виробника HDD).
- Блок виводу числових значень в зручному для сприйняття вигляді.
- Блок отримання із таблиць прапорів атрибутів (ознаки, що характеризують призначення атрибуту в рамках конкретної firmware накопичувача, наприклад, «життєво важливий» або «лічильник»).
- Блок виводу загального стану пристрою, на підставі всіх таблиць, значень і прапорів.

Якщо вас не задовольняє просто читання SMART-статусу ваших дисків, ви також можете запустити SMART-тест SSD або HDD. Це легше сказати, ніж зробити, оскільки для цього вам потрібен спеціальний додаток. Відповідно, ми вважаємо, що це тема, яка

заслуговує на окрему статтю, доступ до якої ви можете отримати за цим посиланням: Перевірте свій HDD або SSD і перевірте стан його працездатності.

Як читати значення та атрибути SMART

Стан жорсткого диска постійно перевіряється та контролюється кількома датчиками. Значення вимірюються за допомогою типових алгоритмів, а потім відповідні атрибути налаштовуються відповідно до результатів.

У будь-якій програмі моніторингу SMART ви повинні побачити атрибути, які містять принаймні деякі з цих полів:

– Ідентифікатор: визначення атрибута. Зазвичай воно має стандартне значення та позначається числом від 1 до 250 (наприклад, 9 означає кількість увімкнень). Тим не менш, усі інструменти моніторингу та тестування диска надають назву та текстовий опис атрибута.

– Поріг: мінімальне значення для атрибута. Якщо це значення досягнуто, ваш диск скоро виходить з ладу.

– Значення: поточне значення атрибута. Алгоритм обчислює це число на основі необроблених даних. Новий жорсткий диск повинен мати високий теоретичний максимум (100, 200 або 253 залежно від виробника), який зменшується протягом терміну служби.

– Найгірше: найменше значення атрибута, яке будь-коли зареєстроване.

– Дані: необроблені виміряні значення, надані датчиком або лічильником. Це дані, які використовуються алгоритмом, розробленим виробником HDD або SSD. Його вміст залежить від атрибута та виробника накопичувача. Звичайні користувачі повинні пропустити цей.

– Прапори: призначення атрибута. Зазвичай це встановлюється виробником і тому залежить від диска. Кожен із атрибутів є критичним і може передбачати неминучий збій (наприклад, кількість перерозподілених секторів ID 5), або статистичним, що не впливає безпосередньо на стан (наприклад, кількість неочікуваних втрат живлення ID 174).

Атрибути SMART описуються такими даними, як їхній ідентифікатор, поточне значення, найгірше значення та порогове значення.

Намагаючись зрозуміти статус будь-якого атрибута SMART, перевірте значення цих трьох полів: значення, порогове значення та прапорці. Крім того, пам'ятайте, що зазвичай менші значення вказують на зниження надійності.

Як використовувати SMART для прогнозування несправності жорсткого диска або SSD (основні значення для перевірки).

Не всі атрибути SMART критичні для прогнозування помилок. Два вищезгаданих дослідження частоти відмов жорстких дисків та інші джерела сходяться на тому, що важливою допомогою у виявленні несправних дисків є:

– Кількість перерозподілених секторів. Перерозподіл відбувається, коли логіка накопичувача переназначає пошкоджений сектор у результаті повторюваних м'яких або жорстких помилок на новий фізичний сектор із резервних. Цей атрибут відображає кількість разів, коли відбулося перевідображення. Якщо його значення збільшується, це свідчить про знос HDD або SSD.

– Поточна кількість секторів, що очікують на розгляд. Тут враховуються «нестабільні» сектори, тобто пошкоджені з помилками читання, які очікують на перевідображення, свого роду система «випробувального терміну». Алгоритми SMART неоднозначно розуміють цей конкретний атрибут, оскільки він іноді непереконливий. Тим не менш, це може забезпечити раннє попередження про можливі проблеми.

– Повідомлено про невіправні помилки. Це підрахунок помилок, які неможливо відновити, і він корисний, оскільки, здається, має однакове значення для всіх виробників.

– Кількість помилок видалення. Це чудовий показник передчасної смерті твердотільного накопичувача. Він підраховує кількість невдалих спроб видалення даних, і значення, яке збільшується, говорить про те, що термін служби флеш-пам'яті всередині SSD майже закінчився.

– Підрахунок вирівнювання зносу. Це також особливо корисно для SSD. Виробники встановлюють очікуваний термін служби SSD у даних SMART. Підрахунок *вирівнювання зносу* – це оцінка справності вашого диска. Він розраховується за допомогою алгоритму, який враховує заздалегідь визначений очікуваний термін служби та кількість циклів (запис, стирання тощо), які може виконати кожен блок флеш-пам'яті до досягнення кінця свого життєвого циклу.

– Температура диска є параметром, який дуже дискутується. Проте вважається, що значення вище 60°C можуть скоротити термін служби жорсткого диска або SSD і збільшити ймовірність пошкодження. Ми рекомендуємо використовувати вентилятор, щоб знизити температуру ваших дисків і, сподіваємося, подовжити термін їх служби.

Значення SMART, які перевищують порогове значення, можуть вказувати на можливі майбутні збої диска.

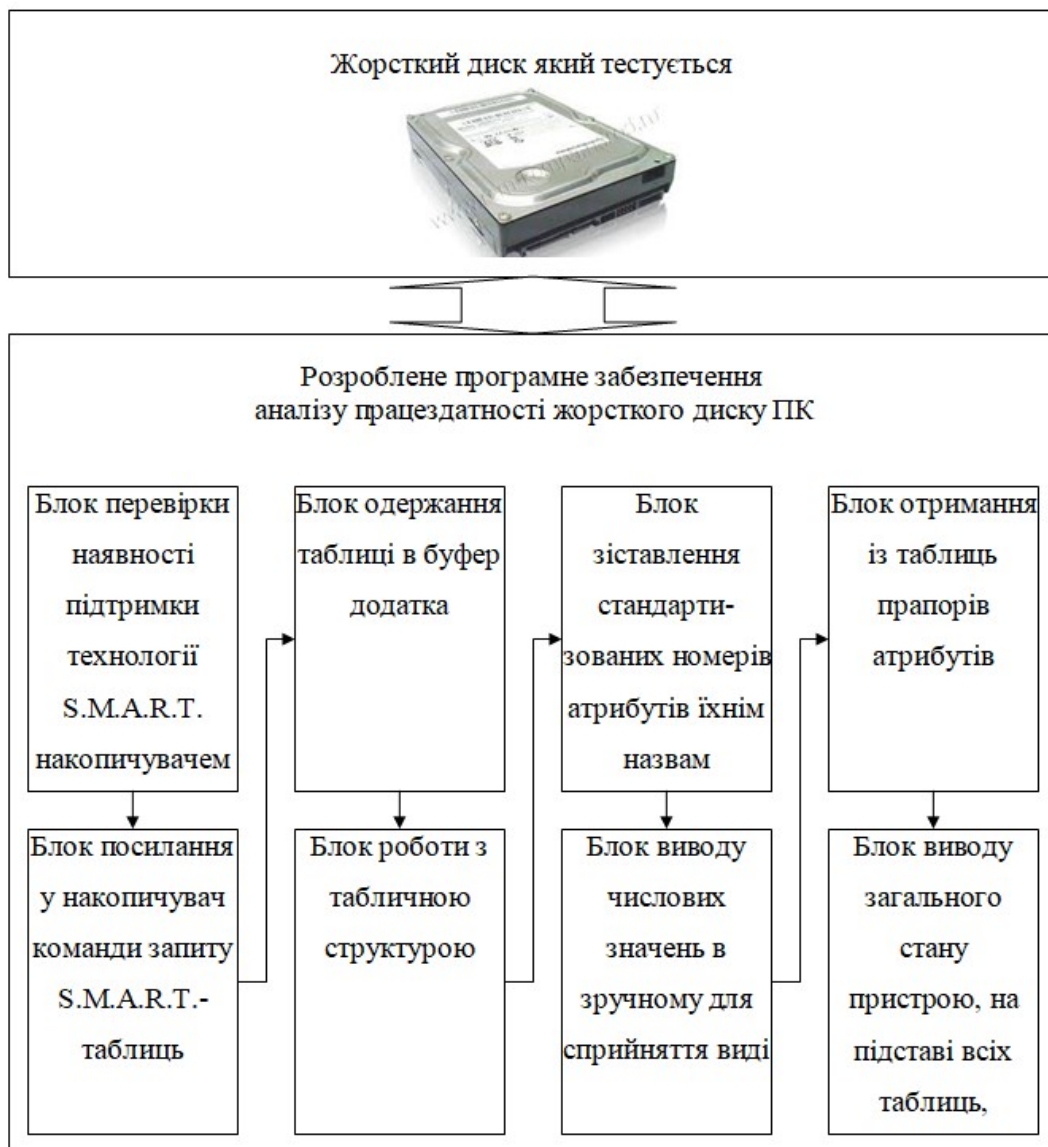


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Вищезгадані атрибути SMART відносно легко інтерпретувати. Якщо ви помітили збільшення їх значень, можливо, ваш накопичувач вийшов з ладу, тому вам краще почати резервне копіювання. Однак, хоча це корисні показники надійності диска, не забувайте, що вони не є надійними.

Історична довідка про SMART

SMART було розроблено з 1992 року, хоча тепер ви знаєте, що він є частиною всіх сучасних твердотільних накопичувачів і жорстких дисків. Його історія охоплює низку назв, таких як Predictive Failure Analysis або IntelliSafe, а також дані від усіх основних виробників жорстких дисків: IBM, Seagate, Quantum, Western Digital. Нарешті, його документація була представлена вперше в 2004 році в рамках стандарту Parallel ATA і отримувала регулярні перегляди згодом. Останній був виданий у 2011 році.

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

Список літератури

1. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 178, pp. 208–223.
2. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». *CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312*, 2022, pp. 47-58.
3. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w>.
4. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143
5. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». *Communications in Computer and Information Science*, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.
6. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.
7. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740*, 2020, Pages 102-114.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
9. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*. Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
10. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», *CEUR Workshop Proceedings Volume 2608*, 2020, Pages 633-645.
11. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». *International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019*; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
12. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». *International Journal of Computing*; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
13. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.

14. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
15. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
16. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
17. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
19. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
21. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхусейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
22. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
23. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
24. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.