

УДК 004

Д.Дяченко, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ СТАНУ ГІБРИДНИХ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ SSD/HDD

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. Об'єктом дослідження є процес оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. Предметом дослідження є методи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної інженерії, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. 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 нашій роботі доводиться мати справу з різноманітними накопичувачами інформації, включаючи вінчестери й твердотільні накопичувачі інформації. При цьому іноді попадаються й досить незвичайні пристрої, які не поширені повсюдно. Наприклад, SSD/HDD – гібридні вінчестери.

Гібридні вінчестери, у першу чергу – компромісне рішення, що дозволяє як збільшити загальну продуктивність системи, у якій вони встановлені, так і знизити ціну такої системи.

Адже, незважаючи на широку поширеність, твердотільні накопичувачі ще досить дорогі, і навряд чи незабаром наступить момент, коли ціна таких накопичувачів значно впаде.

Звичайні жорсткі диски – недорогі, здебільшого, але їхня продуктивність обмежена, вище певного межі «стрибнути» не можна. Тому й з'явилися гібридні жорсткі диски. SSD/HDD з'явилися ще кілька років назад, і спочатку були чистої води екзотикою, що мало хто сприймав всерйоз (і мало хто знав про їх). Головним достоїнством гібридного жорсткого диска є збільшення загальної продуктивності системи, у якій вони встановлені, з використанням усього одного дискового відсіку (а не двох, якщо використовувати й SSD, і звичайного жорсткого диска). Зараз з'явилися моделі «гібридів» невеликих розмірів, наприклад, з товщиною всього в 7 мм (саме така модель ST500LM000 від Seagate), що дозволяє встановлювати такі диски в нетбуки/ультрабуки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

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

- Огляд існуючих систем оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.
- Дослідження системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.
- Програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Об'єктом дослідження є процес оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Предметом дослідження є методи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Методи дослідження базуються на методах комп'ютерної інженерії.

Виклад основного матеріалу. Система призначена для реалізації моніторингу стану жорсткого диску SSD/HDD з використанням технології S.M.A.R.T.

S.M.A.R.T. (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology) – технологія самотестування, розроблена виробниками HDD для забезпечення більше високого ступеня надійності зберігання інформації. Суть S.M.A.R.T. технології полягає в тому, що вінчестер сам відслідковує стан своєї працездатності й здатний заздалегідь попередити користувача про свій передаварійний стан.

ІТ-інфраструктура пройшла довгий шлях. Галузь швидко розвивається, а безліч рішень стає дедалі складнішим. ІТ почали обслуговувати все більш різноманітні потреби бізнесу та технологій у всіх організаціях на планеті.

Як у гіперконвергентних, так і в традиційних рішеннях параметри зберігання даних зазнали багатьох цікавих змін. Від технології жорстких дисків ми все більше переходимо до набагато швидших твердотільних накопичувачів. Тепер покупці мають більше можливостей, ніж будь-коли раніше, коли вони обирають поєднання технологій для своєї ІТ-інфраструктури. Хоча жорсткі диски добре відомі та надійні, твердотільні накопичувачі стають все більш популярними та доступними. Існує також третій варіант, коли справа стосується зберігання даних ІТ-інфраструктури: гібридне сховище.

У цій статті описано, що передбачає концепція гібридного сховища, і чому ми вважаємо, що вона дуже добре підходить для підприємств будь-якого розміру та будь-якої галузі.

Що таке гібридне сховище?

Варіанти гібридного зберігання даних використовують комбінацію жорстких дисків і твердотільних накопичувачів, що знижує загальну вартість рішення, а також забезпечує швидкість і ефективність флеш-пам'яті. Гібрид є дуже вдалим вибором, оскільки він пропонує «традиційну» надійність і низьку вартість жорстких дисків, а також підвищену продуктивність твердотільних накопичувачів в одному рішенні.

Звичайно, це поєднання низької вартості/надійності та підвищеної продуктивності працює лише в тому випадку, якщо мережа керування програмним забезпеченням достатньо розумна, щоб розумно розподіляти та розподіляти ресурси потужності; Скинути купу SSD і HDD в будь-який старий масив не вийде. Це причина, чому кілька постачальників флеш-пам'яті знайшли особливо сильний маркетинговий сигнал проти гібридних масивів. Насправді, якщо поєднання SSD/HDD правильно використано, будь-яка організація може використовувати переваги обох за значно менших витрат.

4 переваги гібридного сховища:

1. Менші витрати

Як згадувалося раніше, гібридне сховище значно доступніше, ніж флеш-флеш-альтернатива, водночас пропонуючи більшу продуктивність, ніж традиційні диски. Зазвичай це забезпечує дуже хороше співвідношення ціни та ефективності.

Перш ніж купувати повний спалах, ви повинні спочатку запитати себе, чи дійсно він вам потрібен. Інакше ви ризикуєте отримати надлишок ресурсів. Скільки IOPS вам насправді потрібно? Так, флеш-пам'ять може обробляти велику кількість IOPS, але чи це важливо для вашого бізнесу? Можливо, ви також обробляєте багато «холодних» даних, які можна комфортно зберігати на традиційних жорстких дисках? Якщо ви шукаєте комбінацію з кількох програм, які вимагають швидких твердотільних накопичувачів і великої кількості старих даних, які рідко використовуються, гібридне рішення є найкращим вибором.

2. Підвищена продуктивність

Незалежно від типу ІТ-інфраструктури, традиційної чи гіперконвергентної, продуктивність ємності зберігання можна значно покращити, додавши трохи флеш-пам'яті до комбінації. У Syneto варіанти гібридної ємності в наших гіперконвергентних продуктах пропонують у 5-20 разів більшу продуктивність* порівняно з традиційним накопичувачем на основі жорсткого диска.

Програмно визначена інфраструктура є ключем до розумного використання кількох носіїв інформації. Це дозволяє ОС керувати набором пристроїв зберігання (DRAM, SSD, HDD тощо) в єдиному пулі даних.

3. Підвищена ефективність

Повільний доступ до даних для користувачів і програм може спричинити серйозні проблеми для бізнесу. Усунення несправностей і вирішення проблем продуктивності вимагає багато часу та зусиль.

Гібридні рішення для зберігання, керовані програмним рівнем, більш ефективні при управлінні «гарячими» даними. Програмне забезпечення оптимізує розміщення «гарячих» і «холодних» даних. Рідше та нещодавно використовувані дані зберігатимуться на жорстких дисках, тоді як часто та нещодавно використовувані дані оброблятимуться швидшим флеш-шаблоном.

4. Спрощене управління

Вибираючи програмно-визначену інфраструктуру, ви одразу отримуєте перевагу спрощеного керування. Значно скорочується час, витрачений на налаштування та керування ємністю зберігання вашого середовища. Інфраструктуру легко налаштувати та керувати нею, що дозволяє вашій ІТ-команді зосередитися на інших частинах бізнесу.

Розробка структурної схеми

На рисунку 1 зображена структурна схема розробленої системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

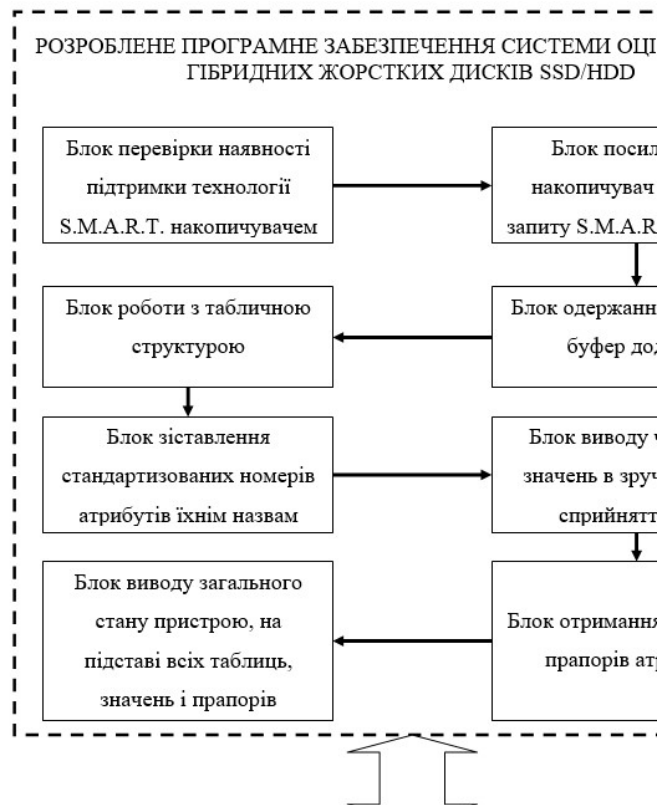


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Структурна схема складається з наступних блоків:

- Блок перевірки наявності підтримки технології S.M.A.R.T. накопичувачем.
- Блок посилання у накопичувач команди запити S.M.A.R.T.-таблиць.
- Блок одержання таблиці в буфер додатка.
- Блок роботи з табличною структурою, що витягає з них номери атрибутів і їхні числові значення.
- Блок зіставлення стандартизованих номерів атрибутів їхнім назвам (іноді – залежно від типу, моделі або фірми-виробника HDD).

- Блок виводу числових значень в зручному для сприйняття вигляді.
- Блок отримання із таблиць прапорів атрибутів (ознаки, що характеризують призначення атрибута в рамках конкретної firmware накопичувача, наприклад, «життєво важливий» або «лічильник»).
- Блок виводу загального стану пристрою, на підставі всіх таблиць, значень і прапорів.

У комп'ютерному сховищі в розпорядженні споживачів є різноманітні альтернативи, кожна з яких має свої переваги та недоліки. Двома з найбільш популярних варіантів є твердотільний накопичувач (SSD) і твердотільний гібридний накопичувач (SSHD). Цей дискурс заглиблюється в розбіжності між гібридним накопичувачем і SSD, щоб допомогти вам визначити оптимальний вибір для ваших потреб.

Що таке SSD?

Твердотільні накопичувачі створені з використанням передової флеш-пам'яті NAND і твердотільного накопичувача. Це надає їм можливість виконувати операції читання та запису даних зі значно прискореною швидкістю порівняно зі звичайними жорсткими дисками. Крім цієї підвищеної швидкості, твердотільні накопичувачі демонструють більшу енергоефективність, знижене тепловиділення та тихішу робочу акустику порівняно з традиційними жорсткими дисками. Зростання популярності твердотільних накопичувачів останнім часом пояснюється їх високою продуктивністю, стійкістю та меншою чутливістю до втрати даних.

Твердотільна технологія додатково сприяє більш компактному фізичному відбитку, що робить їх придатними для інтеграції в ноутбуки. Тим не менш, важливо визнати, що твердотільні накопичувачі можуть мати вищу вартість, ніж їх звичайні аналоги жорстких дисків, і їх ємність зберігання може мати обмеження в порівнянні. Оцінюючи гібридний жорсткий диск проти SSD, слід ретельно зважити унікальні характеристики вашої операційної системи та моделі використання, як це прийнято для будь-якого технологічного рішення.

Як працює і як він використовується?

Функціонування SSD обертається навколо використання масиву взаємопов'язаних мікросхем пам'яті для розміщення даних із застосуванням процедури, яка називається флеш-пам'яттю. Ці мікросхеми пам'яті містять високопродуктивну флеш-пам'ять NAND, яка сприяє швидким і ефективним процедурам читання та запису.

Після збереження файлу на SSD дані розбираються на дрібні блоки та вписуються у вільні комірки пам'яті, розташовані всередині мікросхеми. Після запиту користувача на доступ до файлу SSD отримує відповідні дані з чіпів пам'яті та передає їх до центрального процесора комп'ютера для програми. Щоб скористатися SSD, необхідно встановити з'єднання між накопичувачем і комп'ютером через сумісний інтерфейс, наприклад SATA, NVMe або PCIe.

Після встановлення з'єднання SSD можна використовувати як будь-який звичайний накопичувач, полегшуючи збереження файлів і інсталяцію додатків звичайним способом. Проте варто підкреслити, що твердотільні накопичувачі мають обмежений робочий період і можуть пройти лише певну кількість циклів запису, перш ніж досягти кінця свого терміну служби.

Щоб оптимально продовжити термін служби вашого SSD, розважливий підхід вимагає розумного підходу до безперервного запису значних обсягів даних у поєднанні з активацією таких функцій, як TRIM. Ці заходи спільно допомагають в управлінні зберіганням і підтримці рівня продуктивності протягом часу.

Що таке SSHD?

SSHD використовує функції, властиві високопродуктивній флеш-пам'яті NAND, щоб сприяти швидшому пошуку даних для часто використовуваних файлів. Ця технологічна структура дозволяє SSHD функціонувати подібно до стандартного жорсткого диска, водночас наділяючи його певними перевагами, що нагадують SSD.

SSHD вміло організовує переміщення файлів, до яких часто звертаються, у сегмент твердотілого накопичувача, забезпечуючи таким чином оперативний доступ, одночасно переміщуючи менш часто використовувані файли в звичайний сегмент жорсткого диска. Ця оркестровка регулюється мікропрограмою пристрою, яка точно визначає розміщення файлів у твердотільному компоненті. Інтеграція SSHD у ваш комп'ютер або пристрій так само проста, як встановлення традиційного жорсткого диска.

Операційна система та програми взаємодіють із SSHD так само, як із звичайним жорстким диском. Користувач звільнений від необхідності мікрокерування сховищем на SSHD, оскільки мікропрограмне забезпечення пристрою безперебійно керує міграцією даних між твердотільним і традиційним секторами зберігання. Єдина увага користувача залежить від сукупної ємності пристрою, що залежить від розмірів твердотілого та звичайного частин накопичувача.

Як функціонує SSHD і як його використовувати?

Прагнучи підвищити ефективність роботи SSHD, накопичувач використовує спеціальний алгоритм, розроблений для ретельного вивчення шаблонів файлів і програм, які часто використовуються. Згодом цей алгоритм автономно переносить ідентифіковані файли та додатки на твердотільний накопичувач, тим самим полегшуючи прискорений доступ.

З плином часу алгоритм отримує глибше розуміння даних, до яких найчастіше звертаються, таким чином спонукаючи до динамічного повторного калібрування розміщення даних.

Відновлення даних з гібридних дисків

Використання SSHD точно віддзеркалює використання звичайного жорсткого диска. Акт збереження файлів на ньому, встановлення програм і доступ до збережених даних узгоджуються зі звичайними практиками. Примітно, що SSHD вирізняється автоматичним тонким налаштуванням загальної продуктивності за допомогою стратегічного зберігання даних, до яких часто звертаються, у твердотільному компоненті накопичувача.

Тим не менш, доцільно визнати, що ємність твердотілого накопичувача SSHD зазвичай не досягає ємності автономного SSD, що потенційно може спричинити різницю в рівнях продуктивності порівняно з повним рішенням SSD.

SSD проти SSHD – Основні відмінності між SSD та SSHD

Порівняння між гібридним SSHD і SSD висвітлює різні рішення для зберігання, кожне з яких надає різноманітні переваги залежно від вимог користувача. Накопичувачі SSD вирізняються швидкістю та надійністю в порівнянні з SSHD завдяки відсутності в них рухомих компонентів і використанню технології флеш-пам'яті. Така архітектурна композиція робить їх оптимальними для високопродуктивних видів діяльності, таких як ігри та редагування відео. Крім того, вони виявляють знижене енергоспоживання та виділення тепла, що є перевагою для ноутбуків та інших портативних пристроїв.

Навпаки, SSHD поєднують характеристику швидкодії SSD з розширеною ємністю зберігання, яка приписується традиційним жорстким дискам (HDD). Це злиття дає економічно ефективну альтернативу для користувачів, яким потрібна значна ємність без значних витрат на SSD. SSHD поєднують скромний розподіл флеш-пам'яті та більший компонент жорсткого диска для розміщення даних, до яких часто звертаються, що завершується швидшим завантаженням і швидшим завантаженням програм.

Під час обговорення між гібридними жорсткими дисками та SSD розумно слід враховувати фінансові обмеження, вимоги до зберігання та спектр передбачуваних завдань. Твердотільні накопичувачі, хоча загалом і більш фінансово вимогливі, забезпечують чудову швидкість читання та запису, що є перевагою для ресурсомістких операцій. У той же час, SSHD, відзначені економічною доцільністю, пропонують розширену ємність зберігання, яка резонує з рутинними програмами.

Зрештою, перевага між SSD і гібридними жорсткими дисками залежить від ваших конкретних потреб і переваг. Обидва шляхи демонструють свої притаманні переваги та обмеження, таким чином покладаючи на вас обов'язок визначити оптимальну відповідність

вашим обчислювальним вимогам. Завдяки інформованому оцінюванню відмінностей, що характеризують гібридний диск і SSD, ви готові зробити вибагливий вибір, таким чином прийнявши рішення для зберігання даних, яке відповідає вашим вимогам і бюджету.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.
- Досліджена система оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD. 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., Ilchenko O., Kryvinska N., Buravchenko K., Smirnov O., Savchenko Iu. «An Empirical Assessment of Leading Blockchain Financial Services». 2023 IEEE 1st Ukrainian Distributed Ledger Technology Forum (UADLTF), Kyiv, Ukraine, 2023, pp. 1-6,
2. Smirnov O., Fedorov E., Neskoriadiya A., Neskoriadiya T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
3. 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.
4. Malyukov V., Bebesko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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>.
10. 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
11. 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.
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., 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.
 16. 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.
 17. 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.
 18. 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.
 19. 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.
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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.
 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.