

УДК 004

Д.Хуторний, магістр гр. КІ-24М,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ НА SSD ДИСКАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ RAID

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID. Метою розробки є дослідження та принципи побудови системи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID. Об'єктом дослідження є процес підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID. Предметом дослідження є методи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID. Методи дослідження базуються на методах теорії зберігання даних, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

підвищення надійності, збереження інформації, SSD диски, RAID

Постановка проблеми. Сучасні комп'ютери, ноутбуки та мобільні пристрої використовують твердотільні накопичувачі (SSD), які є енергоефективними та швидкими! Оскільки SSD-накопичувачі не мають рухомих частин, вони також довговічніші, ніж технологія жорстких дисків у мобільних сценаріях.

Але SSD-сховища мають обмеження. Дві основні проблеми:

- Дані можна записати лише обмежену кількість разів.
- Дані не зберігаються надійно протягом тривалого часу, коли живлення вимкнено.

По суті, дані записуються на SSD-накопичувач у вигляді статичних зарядів в окремих комірках. Зазвичай ці комірки утримують заряд дуже довго, але сам процес заряджання комірки є руйнівним. Потрібна висока напруга, щоб послабити бар'єр комірки, перш ніж вона зможе зарядитися. І щоразу, коли записується в комірку, бар'єр постійно послаблюється. Зрештою, комірка не зможе надійно зберігати заряд.

Твердотільні накопичувачі вирішують цю проблему кількома способами. Одна з тактик – вирівнювання зносу, що означає, що дані зазвичай не записуються в одну й ту саму комірку. Накопичувач записує в нові комірки якомога частіше. Це вирівнює знос по всіх комірках. Інша стратегія, яку вони використовують, полягає у збереженні банку додаткових (прихованих) доступних комірок. Коли твердотільний накопичувач бачить, що комірка достатньо «погана», її місце займає одна з «резервних» комірок. Все це відбувається у фоновому режимі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-30] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та принципи побудови системи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

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

– Огляд існуючих систем підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

– Дослідження системи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

– Програмна реалізація системи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

Об'єктом дослідження є процес підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

Предметом дослідження є методи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

Методи дослідження базуються на методах теорії зберігання даних, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Індустрія SSD-накопичувачів переживає свій найважливіший період. Те, що починалося як дорога розкіш для техноентузіастів, стало основою всього, від ігрових пристроїв до найбільших у світі центрів обробки даних. Оскільки ринок досяг 61,30 мільярда доларів у 2025 році та стрімко зростає до 129,62 мільярда доларів до 2030 року, ми спостерігаємо революцію в сфері зберігання даних, яка змінює наше уявлення про дані.

Почнемо з того, що всі хочуть знати: наскільки великим стає цей ринок? Численні дослідницькі фірми малюють однакову картину – вибухове зростання в кожному секторі. Mordor Intelligence прогнозує темпи зростання на рівні 16,16% на рік, тоді як інші аналітики ще більш оптимістичні, деякі прогнози сягають майже 280 мільярдів доларів до 2030 року.

Але ось що відрізняє цей період від попередніх технологічних бумів: не лише споживачі є рушійною силою зростання. Корпоративні клієнти лідирують, підживлюючись робочими навантаженнями штучного інтелекту, які просто не можуть функціонувати на традиційних жорстких дисках. Коли ви навчаєте наступний ChatGPT або обробляєте дані автономного транспортного засобу в режимі реального часу, кожна мілісекунда має значення.

Зміна настільки разюча, що навіть найбільш економічно свідомі компанії роблять цей стрибок. Чому? Тому що SSD-накопичувачі виходять з ладу лише з 0,5% порівняно з 5% для традиційних жорстких дисків. Коли прості коштують тисячі за хвилину, ця різниця в надійності стає очевидним бізнес-рішенням.

PCIe 5.0

Після років ажіотажу, 2025 рік – це час, коли PCIe 5.0 дійсно став вартим покупки. Ранні користувачі платили високі ціни за накопичувачі, які більшість систем не могли повноцінно використовувати, але масове впровадження знизило витрати, а програмне забезпечення наздогнало.

Ці накопичувачі можуть досягати швидкості 14 000 МБ/с – вдвічі більше, ніж PCIe 4.0 за хороших умов. Для геймерів це означає завантаження величезних відкритих світів за лічені секунди, а не за хвилини. Для професіоналів, які редагують відео 8K, це різниця між плавним відтворенням у реальному часі та постійними заїканнями.

Корпоративні клієнти також звертають на це увагу. Кіохія постачає диски серії CM9 ємністю до 61,44 ТБ – цифри, які здавалися б неможливими ще кілька років тому. Тим часом, PCIe 6.0 залишається на горизонті до 2030 року, що вселяє компаніям впевненість у тому, що їхні інвестиції в PCIe 5.0 не застаріють за одну ніч.

Місткість стає смішною

Пам'ятаєте, коли диск на 1 ТБ здавався величезним? Корпоративні SSD-накопичувачі зараз зазвичай перевищують 100 ТБ, а деякі виробники досягають 512 ТБ за допомогою передової технології виправлення помилок. Це не просто маркетингові трюки – вони вирішують реальні проблеми для компаній, які тонуть у даних.

Секретний інгредієнт – технологія QLC (Quad-Level Cell), яка упаковує чотири біти в кожен комірку пам'яті. Ранні QLC-накопичувачі мали проблеми з довговічністю, але сучасні реалізації значною мірою вирішили ці проблеми, забезпечуючи потужність, яка вимагала б серверних кімнат, заповнених традиційними накопичувачами.

Продуктивність, яка дійсно має значення

Показники швидкості вражають, але реальні покращення продуктивності говорять краще. Сучасні SSD-накопичувачі забезпечують у 30 разів вищу продуктивність, ніж жорсткі диски, у завданнях, які дійсно важливі – час завантаження, запуск програм і передача файлів.

Збільшення енергоспоживання не менш різке. SSD-накопичувачі використовують 2-5 Вт проти 6-15 Вт для жорстких дисків. Це може здатися небагато для одного диска, але помножите це на тисячі серверів, і ви отримаєте серйозні гроші. Центри обробки даних спостерігають падіння рахунків за електроенергію, тоді як продуктивність стрімко зростає.

Хто що купує і чому

Підприємство лідир

Корпоративні клієнти становлять 65% ринку SSD, і їхня частка щорічно зростає на 18,2%. Це не імпульсивні покупки – корпоративні покупці мають інші пріоритети, ніж споживачі. Їх цікавлять показники витривалості, гарантійні умови та стабільна продуктивність за високих робочих навантажень.

Значну частину цього попиту забезпечують програми штучного інтелекту. Навчання великих мовних моделей вимагає стабільної пропускну здатності даних, яку традиційні сховища просто не можуть забезпечити. Програмам периферійних обчислень потрібен мілісекундний час відгуку для автономних транспортних засобів та інфраструктури розумного міста.

Споживачі стають витонченими

Споживчий ринок може бути меншим, займаючи лише 35%, але він стає дедалі складнішим. Геймери розуміють різницю між PCIe 3.0 та 4.0. Творці контенту знають, що їм потрібне швидке сховище для безперебійного редагування 4K.

Для тих, хто хоче оновити старі системи з обмеженим бюджетом, традиційні накопичувачі SATA все ще мають сенс. Такі рішення, як 2,5-дюймовий SATA III SSD серії S330, пропонують значні покращення порівняно з жорсткими дисками, працюючи з існуючим обладнанням. Іноді найкращим оновленням є просто повна відмова від обертання дисків.

Регіональні відмінності мають значення

Азіатсько-Тихоокеанський регіон домінує з 45% часткою ринку, слугуючи як виробничим центром, так і зростаючою споживчою базою. Південна Корея, Китай та Японія контролюють виробництво, тоді як ринки, що розвиваються, стимулюють зростання впровадження.

Північна Америка становить 30% попиту, на чолі з постачальниками гіпермасштабних хмарних технологій та дослідницькими установами зі штучного інтелекту. Ці клієнти розширюють межі технологій та стимулюють інновації, які зрештою приносять користь усім.

Європа зосереджується на ефективності та відповідності вимогам, причому особливі переваги демонструє автомобільна та промислова галузі. Різні регіони мають різні пріоритети, але всі рухаються до більш продуктивного зберігання даних.

Реальні застосування, що стимулюють зростання

Центри обробки даних трансформують усе

Постачальники хмарних послуг поспішають замінити жорсткі диски, бо математика переконлива. SSD-накопичувачі забезпечують вищу щільність серверів, знижують витрати на охолодження та забезпечують стабільну продуктивність, з якою жорсткі диски просто не можуть зрівнятися.

Розрахунки рентабельності інвестицій прості: більшість підприємств бачать окупність протягом 18-24 місяців завдяки зниженню витрат на електроенергію, вищим коефіцієнтам

консолідації та покращенню продуктивності додатків. Якщо врахувати зниження рівня відмов та витрат на обслуговування, бізнес-кейс стає переконливим.

Штучний інтелект змінює правила гри

Штучний інтелект – це не просто чергове робоче навантаження, він принципово відрізняється. Навчання великих моделей вимагає постійної пропускну здатності даних, що перевищує 100 ГБ/с. Жорсткі диски розряджаються з набагато меншою швидкістю.

Застосування периферійних обчислень роблять вимоги ще суворішими. Автономні транспортні засоби потребують прийняття рішень у режимі реального часу на основі даних датчиків. Розумні фабрики вимагають миттєвого аналізу виробничих показників. Ці застосунки буквально не можуть функціонувати з традиційними затримками зберігання.

Ігри та створення контенту для дорослих

Технологія DirectStorage від Microsoft є прикладом того, як ігри розвиваються навколо можливостей SSD. Замість того, щоб розробляти ігри з урахуванням обмежень жорсткого диска, нові ігри передбачають швидке сховище та використовують його для реалізації ігрових механік, які раніше були неможливі.

Творцям контенту, які працюють з відео 4K та 8K, потрібен стабільний високошвидкісний доступ до величезних файлів. Сучасні SSD-накопичувачі дозволяють редагувати в режимі реального часу без використання проксі-серверів, що значно підвищує продуктивність творчих професіоналів.

Конкуренція на ринку загострюється

Конкурентне середовище характеризується тим, що відомі гравці борються за частку ринку, тоді як менші компанії знаходять нішеві можливості. Samsung зберігає лідерство завдяки вертикальній інтеграції та передовому виробництву. Western Digital використовує зв'язки з підприємствами та комплексні лінійки продуктів. Micron конкурує завдяки ефективності виробництва та стратегічним партнерствам.

Цікаво, як розвивається конкуренція. Чисто швидкісні війни поступаються місцем інтеграції програмного забезпечення, корпоративним функціям та спеціалізованим рішенням для конкретних застосувань. Компанії створюють комплексні екосистеми, а не просто продають пристрої зберігання даних.

Погляд у майбутнє: що далі до 2030 року

Технологічна дорожня карта

PCIe 5.0 домінуватиме протягом наступних кількох років, а PCIe 6.0 почне впроваджуватися підприємствами приблизно у 2030 році. Інтерфейси SATA залишаться для бюджетних застосувань та оновлення застарілих систем – не всім потрібна передова продуктивність.

Зростання ємності продовжує невпинний рух у бік 1PB SSD для спеціалізованих гіпермасштабованих застосувань. Але справжній акцент зміщується на стабільну продуктивність за різних робочих навантажень, а не лише на пікову пропускну здатність.

Новітні технології

Технології пам'яті наступного покоління, такі як 3D XPoint, можуть доповнювати флеш-пам'ять NAND для застосувань з наднизькою затримкою. Обчислювальні сховища – SSD-накопичувачі з інтегрованими можливостями обробки – можуть зменшити переміщення даних та підвищити ефективність системи.

Міркування щодо сталого розвитку стають дедалі важливішими. Енергоефективність, можливість переробки та екологічно чисті виробничі процеси впливають на рішення щодо проектування, оскільки зростає екологічна свідомість.

Інвестиційна стратегія для бізнесу

Розумні організації надають пріоритет інвестиціям в інфраструктуру PCIe 5.0 у 2025 році. Це забезпечує запас продуктивності в майбутньому, уникаючи при цьому преміальних витрат та обмеженої підтримки програмного забезпечення, характерних для найсучаснішого PCIe 6.0.

Планування потужностей має передбачати щорічне зростання на 20-30%, щоб врахувати зростаючі потреби в даних, особливо для робочих навантажень штучного інтелекту та аналітики. Але ключовим висновком є оцінка загальної вартості володіння, включаючи споживання енергії, обслуговування та переваги в продуктивності, а не лише витрати на придбання.

Підсумок

Ринок SSD-накопичувачів у 2025 році являє собою зрілу технологію, яка досягає нових висот продуктивності, одночасно розширюючись у застосування, які раніше були непомірно дорогими. Організації, які інвестують у сучасну інфраструктуру зберігання даних сьогодні, позиціонують себе для отримання стійких конкурентних переваг.

Ми спостерігаємо конвергенцію робочих навантажень штучного інтелекту, розширення хмарних обчислень та остаточний перехід від механічного зберігання даних. Це створює безпрецедентні можливості для компаній, готових впроваджувати технології зберігання даних наступного покоління.

Фокус змістився з базової заміни жорстких дисків на оптимізацію архітектур сховищ даних для нових робочих навантажень, які вимагають як величезної ємності, так і виняткової продуктивності. Успіх вимагає розуміння не лише поточних технологічних можливостей, але й стратегічних наслідків рішень щодо сховищ даних для довгострокової конкурентоспроможності бізнесу.

Незалежно від того, чи ви оновлюєте ігрову систему, плануєте корпоративну інфраструктуру чи створюєте наступне покоління додатків штучного інтелекту, основа сховища, яку ви оберете сьогодні, визначатиме можливості завтрашнього дня. Револуція SSD не настає – вона вже тут, і вона змінює все.

Сьогодні навіть мілісекунди мають значення. Моргнуть, і ваш користувач йде до швидшого та витонченішого конкурента. Ми знаходимося на перетині, де продуктивність веб-сайту – це вже не просто жаргон серверної частини; це життєва сила користувацького досвіду, SEO та коефіцієнта конверсії. Повільні сайти дратують. Швидкі перемагають! Крапка. Якщо ви прагнете швидшої роботи сайту та кращої взаємодії користувача, SSD-хостинг – ваша секретна зброя.

На полі цифрової битви, якщо ви не оптимізуєте, ви просто зникаєте. Саме тут і вступає в гру SSD-накопичувач – розкішна необхідність. Це ваша секретна зброя для швидкого веб-хостингу, скорочення часу завантаження та покращення продуктивності веб-сайту. Користувачі навіть не відчувають часу очікування. Погоджуйтеся чи ні, швидкість – це наша валюта. Тепер перейдемо до головного питання.

Що таке SSD-сховище у веб-хостингу?

Пам'ятаєте гудіння та клацання старих комп'ютерів? Це був звук жорстких дисків (HDD) – важких жорстких дисків, що оберталися, як крихітні вінілові платівки, відчайдушно намагаючись отримати ваші дані. Тепер же тиша (спокій)... і швидкість. Це SSD-накопичувачі – твердотільні накопичувачі – сучасне диво без рухомих частин, лише миттєвий доступ до ваших файлів, як перехід з рикші на швидкісний поїзд.

У світі веб-хостингу це не просто оновлення, це революція. SSD-накопичувачі у веб-хостингу означають, що ваш веб-сайт завантажується швидше, обробляє більше користувачів і рідше аварійно завершує роботу. Жорсткі диски були непогані, коли у нас було терпіння (і dial-up). Але в якому ми сьогодні? Користувачі відмовляються від доступу, якщо ваш сайт затримується навіть на 2 секунди. SSD-накопичувачі отримують доступ до даних миттєво, а це означає, що ваші зображення, скрипти та бази даних доставляються блискавично.

Хостинг на SSD – це вже не бонус, а виживання. У світі, залежному від миттєвого задоволення, повільне завантаження – це вірне цифрове самогубство.

SSD проти HDD у хостингу: технічне порівняння

Жорсткі диски (HDD) (накопичувачі вашого дідуся) використовують обертові магнітні диски та механічну ручку для читання/запису даних. Уявіть собі це як програвач

платівок. Механічний, ностальгічний... і болісно повільний. З іншого боку, SSD-накопичувачі – це круті дітища – без рухомих частин, лише чиста електронна магія, яка майже миттєво отримує доступ до даних. Як перемикач світла замість того, щоб чекати, поки закипить чайник.

Цифри? Жорстокі. SSD-накопичувачі можуть бути до 20 разів швидшими, зі значно меншою затримкою, надзвичайно високою кількістю операцій вводу/виводу за секунду (IOPS) та швидшим часом доступу до даних. Крім того, вони міцніші, відсутність рухомих частин означає менше збоїв, і вони енергоємні, на відміну від енергоємних жорстких дисків (знову ж таки, фу!).

У веб-хостингу це означає, що швидкість веб-сайту з SSD не просто помітна, а й змінює правила гри. Швидше завантаження сторінок, швидші виклики бази даних, плавніший користувацький досвід. Тим часом жорсткі диски вагаються, як сонний динозавр.

Досі дивуєтесь, чому SSD кращий за HDD для хостингу? Простіше кажучи: швидший час доступу, менше збоїв та неперевершена стабільність продуктивності в сценаріях з високим трафіком.

Тож так, обидва зберігають дані. Але один проноситься, як Flash, поки інший ще зав'язує шнурки. Вибирайте з розумом, або ризикуєте втратити відвідувачів ще до того, як ваша головна сторінка завантажиться.

Переваги SSD-хостинга для власників веб-сайтів

Перехід на SSD-хостинг – це не просто «приємна річ», це веб-еквівалент відмови від кінного воза на користь ракети. Ось чому власники сайтів усюди обирають цей варіант:

– Швидше завантаження веб-сайту. Якщо ви керуєте інтернет-магазином, переваги SSD-хостингу для веб-сайтів електронної комерції ще більш важливі. Кожна секунда, скорочена під час завантаження, може безпосередньо вплинути на ваші продажі. Швидкість – це головне, а SSD-сховище – головне.

– SSD проти HDD у хостингу. На відміну від старих жорстких дисків (HDD), які бавляться з даними, SSD-накопичувачі доставляють контент миттєво. На практиці? Ваш показник відмов падає, залученість зростає, а клієнти не йдуть, поки не завантажиться ваш логотип. Якщо вам потрібен швидкий веб-хостинг і така швидкість веб-сайту з SSD, що користувачі кажуть «Вау», це ваш шлях. Для електронної комерції, портфоліо або навіть того блогу про котів, який ви думаєте створити, швидкість має значення.

– Підвищена надійність та цілісність даних. Жорсткі диски мають рухомі частини, і знаєте що? Рухомі елементи зрештою виходять з ладу. SSD-накопичувачі, без механічних частин, схожі на цифрові танки: тихі, міцні та набагато рідше ламаються. Це означає кращий час безвідмовної роботи, менше помилок даних та більше спокою для вас. Якщо ваш сайт – це ваш бізнес, ви не можете дозволити собі збоїв. Одного збою забагато, а SSD-накопичувачі допомагають переконатися, що цього не станеться.

– Покращена SEO-продуктивність. У Google є одне правило: пришвидшуйся або відставай. Сайти на SSD завантажуються швидше, що подобається як користувачам, так і володарям пошукових систем. Швидкість завантаження сторінки – це відомий сигнал ранжування, і SSD допомагає вам впевнено поставити цю галочку. Якщо ви серйозно налаштовані піднятися в результатах пошуку, інвестування в SSD – це не просто варіант, це одна з найрозумніших переваг SSD-хостингу, яку ви можете використовувати. Швидке завантаження сторінок на SSD-хостингу також знижує показник відмов, що є ще одним непрямим посиленням SEO, особливо важливим для блогів, що розвиваються, та веб-сайтів малого бізнесу, які прагнуть піднятися в рейтингу:

– Менше споживання ресурсів та ефективність хостингу. SSD-накопичувачі не просто швидкі, вони ефективні. Ви обслуговуєте користувачів з меншим навантаженням на процесор, краще обробляєте трафік та швидше обробляєте дані. Платформи CMS, такі як WordPress, Magento та інші, процвітають у своїх SSD-середовищах. Це означає плавніше

кешування, швидші виклики бази даних та більшу віддачу від витрат на хостинг. Результат? Ви покращуєте продуктивність веб-сайту, не витрачаючи ресурси.

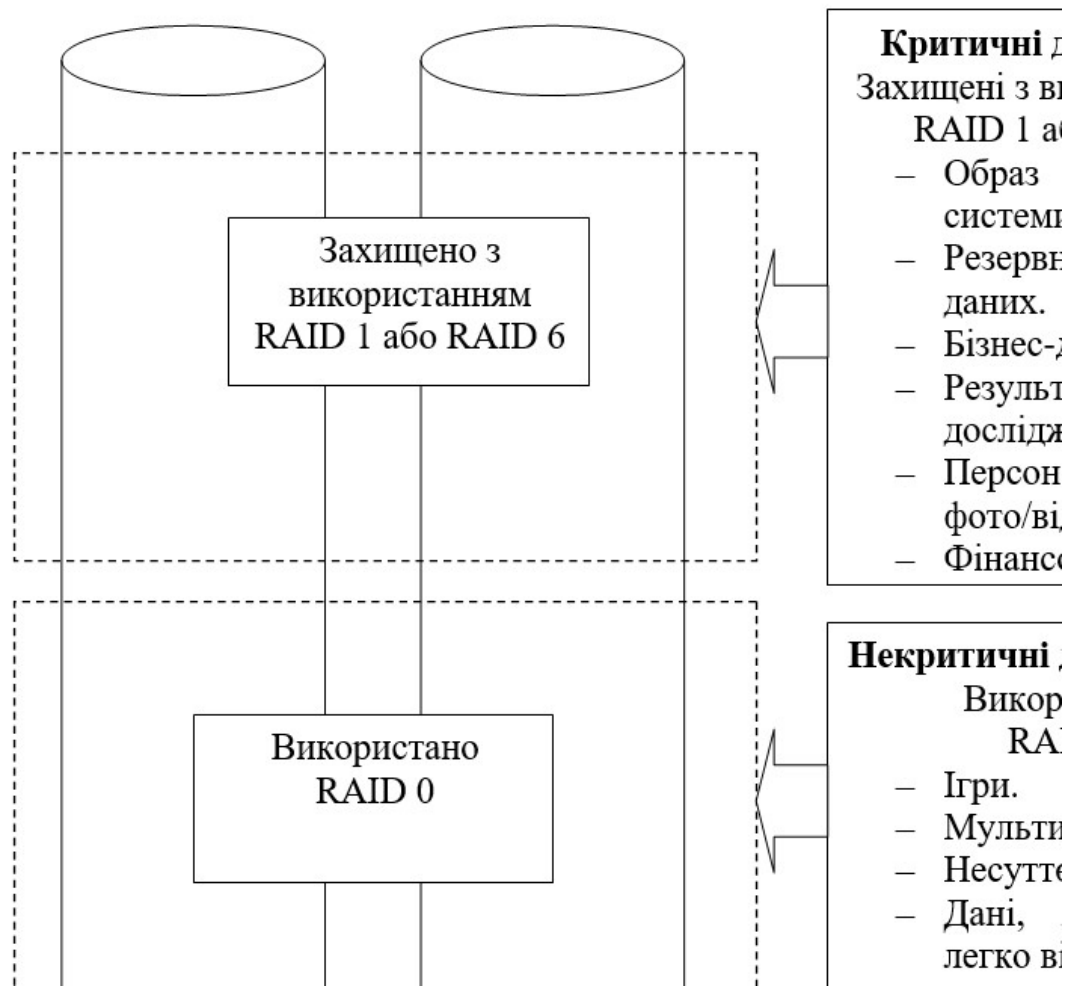


Рисунок 1 – Структурна схема розробленої системи

Структурна схема розробленої системи зображена на рисунку 1.

Реальні переваги продуктивності завдяки хостингу на SSD-дисках

Давайте на секунду відкинемо теорію та поговоримо про холодні, однозначні результати. Коли веб-сайти переходять на SSD-хостинг, різниця не є ледь помітною – вона вражає. Дослідження показують, що веб-сайти, розміщені на SSD-серверах, мають скорочення часу завантаження до 50%. Це вдвічі менше очікування, вдвічі більше задоволення. Уявіть, що ви скорочуєте час завантаження на 3 секунди з 6-секундного – тепер ви граєте у вищій лізі швидкого веб-хостингу.

Візьмемо, наприклад, WordPress. Це потужна CMS, але вона також багато працює з базами даних. На SSD-хостингу швидкість виконання запитів значно вища, що робить адміністративну панель більш адаптивною, а фронтенд – оперативнішим. Те саме стосується таких платформ, як Joomla, Magento або Drupal – SSD спрощує їх усі.

Чи то інтернет-магазин, який завантажує тисячі зображень товарів, чи блог зі стрімким зростанням трафіку, переваги SSD-хостинга очевидні: краща швидкість, кращий досвід та помітна перевага в сучасному інтернеті, де швидкість залежить від сайту.

Чому сайти електронної комерції потребують SSD-хостинга

Не кожному вебсайту потрібна прискорена швидкість, але якщо ви запускаєте щось серйозне, вам це точно потрібно.

– Вебсайти електронної комерції? Вони процвітають за рахунок швидкості, а повільне оформлення замовлення вбиває продажі.

– Сайти з високим навантаженням, завантажені зображеннями, відео або великим трафіком? SSD-накопичувачі з'їдають це навантаження на сніданок!

– SaaS-платформи чи недбалі стартапи? SSD-хостинг забезпечує продуктивність, швидкість та стійкість до збоїв, коли кількість користувачів раптово зростає.

Це ті самі поля битви, де продуктивність має найбільше значення, і SSD-накопичувачі чудово справляються з цим завданням. Якщо ви серйозно ставитеся до масштабування та хочете дійсно покращити продуктивність веб-сайту, переваги SSD-хостинга говорять самі за себе.

Як вибрати правильного постачальника SSD-хостингу

Вибір правильного SSD-сховища для веб-хостингу – це не просто вибір швидшого варіанту. Шукайте постачальника, який пропонує щедрі ліміти сховища, підтримку NVMe SSD (наступне покоління швидкісних SSD), стратегічно розташовані центри обробки даних та надійну гарантію безвідмовної роботи, адже навіть мілісекунда простою може дорого коштувати вашому бізнесу. Ретельно збалансуйте ціну та продуктивність; найдешевший варіант може заощадити копійки, але згодом погіршити продуктивність.

Не менш важливими є підтримка та масштабованість. Переконайтеся, що постачальник пропонує цілодобову технічну підтримку та інфраструктуру для зростання відповідно до потреб вашого бізнесу.

Майбутні тенденції: SSD-хостинг та розвиток Інтернету

Інтернет не сповільнюється, і ваш хостинг теж не повинен. Майбутнє явно схиляється до твердотільних накопичувачів на базі NVMe та PCIe, які пропонують блискавично високу швидкість передачі даних, що набагато перевищує традиційні твердотільні накопичувачі SATA. Зі зростанням хмарного хостингу та периферійних обчислень потреба у високошвидкісному сховищі з низькою затримкою стає критичною, і твердотільні накопичувачі є лідерами в цьому питанні.

У цій ситуації питання SSD проти HDD у хостингу вже навіть не обговорюється: HDD швидко стають пережитком минулого. Переваги SSD-хостингу – швидкість, масштабованість та ефективність – формують наступне покоління Інтернету. Будьте попереду або забудьте.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

– Був проведений огляд існуючих систем підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

– Досліджена система підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

– На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID.

Розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання підвищення надійності збереження інформації на SSD дисках з використанням технології RAID. 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., Kuznetsova Y., Chevardin V., Smirnov O. «Architectural foundations for adaptive security in edge computing systems». Cybersecurity Defensive Walls in Edge Computing, 2025. pp. 21-61.
2. Вінтенко, Б.Ю., Миронець, І.В., Смірнов, О.А., Коваленко, О.В., Усік, П.С., Буравченко, К.О., Лисенко, І.А. «Логіко-структурна модель комп'ютерно-орієнтованої процедури системи підтримки оперативного персоналу АЕС». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2025. Том 2 № 30. С. 413-427, 2025.

3. Смірнова, Т.В. «Дослідження методів, моделей та сучасних ІТ-рішень для підтримки технологічних процесів у критичній інфраструктурі держави». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2025. Том 2 № 30. С.195-208, 2025.
4. Вінтенко Б., Смірнов О., Миронець І., Смірнова Т., Смірнов С. «Імітаційна модель шляхів вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оператора енергоблоку АЕС». Комбінаторні конфігурації та їхні застосування: Матеріали XXVII Міжнародного науково-практичного семінару, присвяченого 125-річчю Національного університету «Запорізька політехніка» (Запоріжжя-Кропивницький-Київ, 4-6 червня 2025 р.). Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2025. С.82-91.
5. Al-Azzeh, J., Ayoub, B., Mesleh, A., Smirnova, T., Gnatyuk, S., Driev, O., Smirnov, O., Dorenskyi, O. «Cloud-Based Information System for Evaluating Cavities in the Process of Blasting Metal Surfaces of Details». International Review on Modelling and Simulations 18 (1), 2025. pp. 32-42.
6. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В., Коваленко О.В., Мацуї А.М. «Модель шляхів отримання вхідних даних комп'ютерної інтелектуальної системи підтримки оперативного персоналу АЕС». Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2025. Вип. 11(42), ч. II. С.52-62.
7. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Миронець І.В., Смірнова Т.В. «Методи забезпечення відмовостійкості інтелектуальних систем підтримки оператора». VIII міжнародна науково-практична конференція «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кропивницький. 24-25 квітня 2025 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2025. – С. 44-46.
8. Смірнов, О.А., Константинова, Л.В., Коноплицька-Слободенюк, О.К., Козірова, Н.В., Якименко, Н.М., Доренський, О.П., Буравченко, К.О. «Дослідження інструментів штучного інтелекту для роботи з базами даних та аналізу даних». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2025. №3(27), С. 429-448.)
9. Smirnov O., Fedorov E., Neskorodieva A., Neskorodieva T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of Descriptive and Generative Approache». CEUR Workshop Proceedings Volume 3664, 2024, Pages 11-23.
10. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Коваленко, А., Коноплицька-Слободенюк, О., Смірнова, Т., Константинова, Л. «Дослідження застосування систем підтримки оперативного персоналу об'єкту критичної інфраструктури при керуванні енергоблоком АЕС з реактором типу ВВЕР-1000». Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 2024. № 2(26), С. 6-26.
11. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
12. 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,
13. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianova, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 106-115.
14. Malukov V., Bebesko B., Lakhno V., Smirnov O., Malukova 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.
15. 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.
16. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yench, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3530, 2023, pp. 256-265.
17. 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.
18. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
19. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
20. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
21. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
22. 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. 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.
 24. 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>.
 25. 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
 26. 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.
 27. 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.
 28. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
 29. 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.
 30. 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.
 31. 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.
 32. 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.