

УДК 004

Я.Федюк, магістр гр. КІ-23М*Центральноукраїнський національний технічний університет*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВІРТУАЛЬНОГО ВИДІЛЕНОГО СЕРВЕРУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ VDS/VPS

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Об'єктом дослідження є процес віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Предметом дослідження є методи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Методи дослідження базуються на методах теорії віртуалізації, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Віртуальний приватний сервер (VPS) – це тип хостингу, який дозволяє створити віртуальний сервер із виділеною операційною системою та ресурсами. Це означає, що VPS працюватиме з власною операційною системою, матиме власну IP-адресу та буде повністю ізольований від інших VPS на тому ж фізичному сервері.

Віртуальний виділений сервер (VDS) – це інший тип хостингу, який пропонує більше контролю над апаратними ресурсами, ніж VPS. На відміну від VPS, які розподіляються як часові інтервали на базовому фізичному сервері, ви можете виділити певні апаратні ресурси для свого VDS.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

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

- Огляд існуючих систем віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.
- Дослідження системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.
- Програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Об'єктом дослідження є процес віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Предметом дослідження є методи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

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

Виклад основного матеріалу. У даному розділі проведемо детальне порівняння віртуальних та виділених серверів.

1. Розподіл ресурсів

Віртуальний сервер (VDS/VPS) використовує частину ресурсів фізичного сервера, на якому працює віртуальна машина. Ці ресурси повністю у вашому розпорядженні і не можуть бути використані вашими «сусідами» на сервері.

Виділений сервер (DS) використовує 100% ресурсів, оскільки є повноцінною фізичною машиною. Це означає, що вам не потрібно турбуватися про інших користувачів, ви повністю контролюєте ресурси сервера.

Якщо ваш проект вимагає постійної високої продуктивності, вибирайте виділений сервер, оскільки він надає доступ до повної його потужності.

2. Безпека

Віртуальний сервер (VDS/VPS) є досить безпечним рішенням. На нього можна встановити будь-яке програмне забезпечення, необхідне для захисту, але наявність «сусідів» на одному фізичному сервері робить його більш вразливим. Якщо одного з користувачів вашого фізичного сервера зламано, ваш VDS/VPS також може бути скомпрометований.

Виділений сервер (DS) – це фізично ізольоване середовище. Тут немає інших користувачів, ви можете встановити необхідне програмне забезпечення, налаштувати захист самостійно та повністю контролювати пом'якшення інцидентів. Виділений сервер є більш безпечним варіантом. Хоча VDS/VPS сам по собі забезпечує високий рівень безпеки, виділений сервер дає вам повний контроль над усією системою безпеки.

3. Продуктивність

Віртуальний сервер (VDS/VPS) – це збалансоване місце серед варіантів розміщення веб-сайтів. Хоча загальна швидкість завантаження і продуктивність сайту на VDS/VPS нижче, ніж на виділеному сервері, цього цілком достатньо для невеликих комерційних або великих приватних сайтів, які потребують більше ресурсів, ніж може надати віртуальний хостинг. Такий тип хостингу допомагає прискорити завантаження розміщених сайтів і уникнути простоїв. Це також чудовий інструмент для боротьби з раптовими скачками трафіку.

Виділений сервер (DS) є найпотужнішим варіантом розміщення веб-сайтів на ринку. Такі сервери зазвичай використовують найсучасніше обладнання та забезпечують найвищу пропускну здатність. Усе це допомагає витримувати раптові сплески трафіку та постійно підтримувати високу швидкість навантаження.

Завдяки своїй сирій потужності виділений сервер забезпечує високу швидкість і продуктивність розміщеного веб-сайту. VDS/VPS в цьому плані втрачає небагато, але може сповільнитися, якщо кілька сайтів на сервері матимуть сплеск трафіку.

4. Конфігурація та налаштування

Віртуальний сервер (VDS/VPS) не вимагає високих навичок адміністрування сервера, щоб почати роботу. Оскільки це лише частина фізичного сервера, провайдер створює віртуальну машину та надсилає вам необхідні дані доступу, щоб ви могли почати працювати зі своїм VDS/VPS. Крім того, ви можете налаштувати сервер відповідно до ваших потреб за допомогою автоматичних інструментів або кореневого доступу. Це дозволяє налаштувати VDS/VPS на льоту.

Виділений сервер (DS) також надає інструменти автоматичного налаштування та кореневий доступ. Однак у цьому випадку керування фізичним сервером є обов'язком клієнта. Тому для керування сервером може знадобитися виділений адміністратор. Крім того, деякі провайдери пропонують послугу віддаленого адміністрування.

Віртуальним сервером легше керувати, і він є більш гнучким у налаштуванні, тоді як виділений сервер вимагає глибоких навичок адміністрування, але дозволяє змінювати апаратне забезпечення.

5. Масштабованість

Віртуальний сервер (VDS/VPS) є дуже гнучким рішенням. Завдяки віртуалізації ви можете легко змінити обмеження ресурсів для конкретного VDS/VPS. Якщо, наприклад, кількість регулярних відвідувачів веб-сайту зростає, а виділених ресурсів стає недостатньо

для стабільної роботи, ви можете оновити свій тарифний план і не хвилюватися про перенесення сайту на інший сервер.

Виділений сервер (DS) є більш статичним рішенням. Маючи більше ресурсів і високу продуктивність, фізичний сервер часто досягає бетонної стелі у вигляді власного обладнання. Щоб змінити конфігурацію, потрібно або замінити обладнання в дата-центрі, або переміститися на новий сервер.

З точки зору масштабованості віртуальний сервер перевершує виділений. Завдяки гнучким планам обслуговування та можливості швидко їх змінювати ви можете швидко пристосуватися до потреб веб-сайту, що розвивається. Виділений сервер, у свою чергу, відразу надає багато ресурсів, але його набагато складніше оновити.

6. Ціна

Віртуальний сервер (VDS/VPS) є варіантом хостингу середнього рівня. Вартість оренди фізичного сервера розподіляється між усіма «сусідами», тому це забезпечує відмінне співвідношення ціни та якості. Це повноцінний сервер, який можна налаштувати набагато дешевше, ніж виділений сервер.

Виділений сервер (DS) є найдорожчим варіантом розміщення сайту. Висока продуктивність, швидкість і надійність досягаються за допомогою дорогого сучасного обладнання. Крім того, в цьому випадку ви орендуєте всю машину, тому загальна сума ні з ким не ділиться.

Розробка структурної схеми

Надаючи привабливі можливості хостингу за прийнятну ціну, VPS поступово перетворився в хмарний сервіс, що забезпечує гнучке використання серверних ресурсів.

Хостинг розвивався разом з Web: цей вид послуг був найбільше широко затребуваний саме для розміщення Web-сайтів у ЦОДах провайдерів ще в той час, коли про хмарні сервіси ніхто не чув, але системи віртуалізації для платформи x86, такі як Virtuozzo, уже з'явилися. Цей продукт, випущений в 2001 році й забезпечуючий контейнерну віртуалізацію для Linux, швидко став популярним у хостинг-провайдерів завдяки високій щільності й гарній ізоляції віртуальних середовищ укупі з низькими накладними витратами. П'ять років через ці наробітки стали доступні у вигляді Open Source у рамках проекту OpenVZ.

В Virtuozzo компанії SWsoft (пізніше перейменованій в Parallels) віртуалізується рівень операційної системи. Віртуальні приватні сервери (Virtual Private Servers, VPS) являють собою гостьові ОС, які запускаються на фізичному сервері (що працює під керуванням Linux, а пізніше й під Windows) в ізольованих віртуальних середовищах (контейнерах). При цьому кожна така копія – «віртуальна машина» – виглядає для користувача як окремий сервер.

За допомогою віртуалізації вдалося домогтися досить ефективного використання фізичних ІТ-ресурсів. Звичайно постачальники послуг хостингу встановлювали на свої сервери доступні дистрибутиви Linux. Завдяки прийнятній ціні послуг VPS користувачі всі частіше стали прибігати до цієї пропозиції для рішення своїх завдань.

Віртуалізація програмна й апаратна

Хостингові послуги VPS розвивалися слідом за програмними засобами віртуалізації, яким стало з'являтися усе більше: VMware ESX, Microsoft Hyper-V, XenSource, Xen, KVM, HyperVM, FreeVPS, FreeBSD Jail, VDSManager, Solaris Zones. У цей час існують дві основні технології віртуалізації для хостингу: програмна й повна (апаратна).

У системах програмної віртуалізації (до цієї групи можна віднести, наприклад, OpenVZ, Virtuozzo, VDSmanager) віртуальні машини (ВМ) використовують загальне ядро ОС. У випадку ОС Linux користувачеві VPS доступний дистрибутив Linux (CentOS, Debian, Ubuntu і ін.), а для ОС Windows надається сервер, оснащений тією же версією Windows.

Апаратна віртуалізація (до цієї категорії можна віднести гіпервізори Xen, KVM, Microsoft Hyper-V) припускає, що ресурси фізичного сервера розділяються на трохи віртуальних, ізольованих один від іншого серверів, причому з будь-якими операційними системами – Linux, Windows або FreeBSD.

Таким чином, у результаті апаратної віртуалізації створюється повністю ізольований аналог фізичного сервера, у якого є власне ядро ОС. До того ж для нього виділяються певна область операційної пам'яті, місце на диску, а також мережна карта. Однак додавати ці ресурси (у тому числі збільшувати число процесорних ядер) замовник звичайно не може.

Віртуальний приватний (виділений) сервер

Власник віртуального сервера може встановлювати на ньому додатка, розгортати Web-сайти й працювати з файлами у вилученому режимі точно так само, як при використанні фізичного сервера. Завдяки наявності індивідуального IP-адреси (або декількох IP-адрес), вона функціонує ізольовано від інших віртуальних машин, запущених на цьому ж сервері. Але в чому ж тоді відмінність VPS, віртуального приватного сервісу, від VDS – віртуального виділеного сервісу?

І той і інший емулюють роботу фізичного сервера. Звичайно вважається, що VDS і VPS розрізняються типом віртуалізації. І хоча у випадку VDS виділяється фіксований обсяг більш жорстко розмежованих фізичних ресурсів, обидва терміни фактично означають те саме.

В обох випадках замовник одержує у своє розпорядження частина ресурсів фізичного сервера (процесор, пам'ять, ємність підсистеми зберігання даних, частку пропускної здатності мережі), а крім того, він має право самостійно встановлювати ОС і програмне забезпечення.

У порівнянні з віртуальним хостингом VPS-хостинг дає власникові повний контроль над своїм віртуальним сервером при більш високій продуктивності. Разом з тим, він обходиться дешевше, ніж фізичного сервера.

Віртуальний хостинг

Можливостей налаштування й керування при віртуальному хостингу менше, ніж в VPS (див. рис. 1). Користувачеві виділяються ресурси на заздалегідь підготовленому сервері, але він може змінювати тільки інформаційне наповнення виділених йому ресурсів, не маючи права не коректувати налаштування, не встановлювати додаткове ПЗ. Такий хостинг призначений для тих випадків, коли не потрібні значні потужності або гарантовано високий рівень безпеки, а відвідуваність і навантаження невеликі.

При віртуальному хостингу ресурси фізичного сервера розділяються між його користувачами, тому може виникати дефіцит ресурсів під час пікових навантажень

Оскільки твердого поділу ресурсів ні, конкретний сайт може «гальмувати», тому що сусідній споживає занадто багато. Втім, адміністратори намагаються не допускати подібних ситуацій.

Тим часом VPS-хостинг звичайно дорожче віртуального й припускає наявність певних технічних знань, особливо у випадку не керованого провайдером сервісу. Щоб освоїти VPS, навчитися моніторингу й керуванню сервером, домогтися його стабільної й надійної роботи, знадобляться час і зусилля. На віртуальному виділеному сервері можна розміщати будь-яка кількість сайтів, баз даних, доменних зон та ін. Доступні фізичні ресурси обмежені, але VPS їх свідомо одержить, у той час як на віртуальному хостингу такої гарантії немає.

Розділяємий хостинг

Хостинг VDS

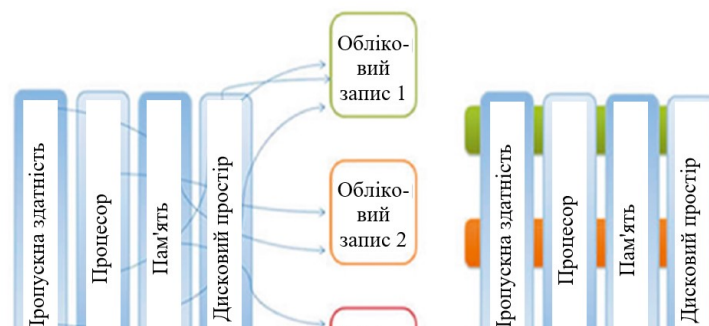


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Головна відмінність віртуального хостингу від VPS складається в способі поділу ресурсів фізичного сервера. У випадку VPS вони виділяються кожному віртуальному серверу, за який відповідає його власник.

Як ми вже відзначали, власник VPS має повний доступ до системи (права користувача root) і може встановлювати кожне ПЗ, тоді як при віртуальному хостингу це може робити тільки провайдер.

Для віртуального сервера VPS/VDS звичайно передбачаються захист від DDoS-атак, можливість резервного копіювання даних і окремий IP-адреса (при необхідності можна одержати й ще трохи). У випадку віртуального хостингу найчастіше для декількох сайтів виділяється один IP-адреса.

Ще можливий варіант – хмарний хостинг.

Хмарний хостинг

Хмарний VPS (Cloud VPS) відрізняється гнучкістю: користувач може самостійно вибрати обсяг необхідних йому ресурсів, додати їх або тимчасово відмовитися, а також створити другий сервер. При цьому оплачуються тільки реально спожиті ресурси.

При виборі VPS або Cloud VPS варто оцінити масштаби майбутнього проекту й спрогнозувати зміна потреби в ресурсах, тому що тарифи звичайного хостингу VPS можуть виявитися більше вигідними. Якщо навантаження на сервер нерівномірне, частина часу доби сервер буде працювати вхолосту. При хмарному хостингу застосовується погодинна оплата, причому тариф можна міняти як у ручному, так і в автоматичному режимі.

У числі провайдерів хмарного хостингу – Active Cloud, Amazon EC2, IPS Server, IX Webhosting, HostPro, Clodo, Cloud4y, Cloudes.ru, Cloudone Parking.ru, RuVDS, Scalaxy, Selectel, Slidebar.

Фізичний хостинг

Компанія, що надає послуги хостингу (хостер), забезпечує надійність і якість підключення серверів до мережі, надає послуги техпідтримки, здійснює обслуговування, модернізацію встаткування й резервне копіювання даних, гарантує безпеку й т.д. Подібний сервіс досить затребуваний, але іноді необхідно більше – наприклад, установка спеціального ПЗ, керування їм або можливість повністю розпоряджатися своїм сервером.

У таких випадках додатка й дані розміщаються на виділених фізичних серверах: на орендованому (Dedicated) або на встаткуванні замовника, установленому в провайдеру (Colocation). Звичайно виділені сервери використовуються при значних вимогах до ресурсів – для великих сайтів з високою відвідуваністю, онлайн-ігор, торговельних площадок та ін. Власникові такого сервера доступні всі його ресурси й налаштування – аж до установки кожного ПЗ й заміни операційної системи.

Цей вид сервісу пропонують багато великих провайдерів і власники центрів обробки даних. Вони забезпечують безперебійне енергопостачання, надають можливість вибрати необхідне встаткування, системи охолодження, моніторингу й безпеки.

Вартість використання фізичного виділеного сервера значно вище, ніж віртуального, хоча, крім набору надаваних ресурсів, VPS майже нічим йому не уступає. Виключення становить лише використання додатків, яким потрібен прямий доступ до встаткування.

Керування серверами: web-консолі

Власникам віртуальних і фізичних серверів потрібний інструментарій для вилученого керування серверами. Для цієї мети використовуються панелі керування – Web-Консолі. З їхньою допомогою адміністратори й користувачі можуть управляти різними сервісами сервера з Web-Браузера. У більшості панелей керування реалізований однаковий набір типових функцій, включаючи керування службою доменних імен, системою електронної пошти, сервісом FTP і доступом до файлової системи, базами даних, резервним копіюванням, користувачами, журналами й звітами.

Деякі пропонують і засобу корпоративного рівня, такі як керування декількома серверами, моніторинг сервісів і оповіщення, підтримку протоколу IPv6. Можливості

панелей керування різноманітні. Одні краще підійдуть для віртуального хостингу, інші – для хмарного. Проте, незалежно від того, чи працює сайт на базі виділених або віртуальних серверів, багато замовників оцінять можливість управляти файлами, електронною поштою, додатками й іншими засобами використовуючи єдиний інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.
- Досліджена система віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання віртуального виділеного серверу з використанням технології VDS/VPS.

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., 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., 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.
 24. Смірнова Т.В., Коноплицька-Слободенюк О.К., Буравченко К.О., Смірнов С.А., Кравчук О.В., Козірова Н.Л., Смірнов О.А. «Дослідження технологій забезпечення кібербезпеки хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №4(24), С. 6-27.
 25. 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.
 26. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувацького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56