

УДК 004

Д.Сіненко, магістр гр. КІ-22М-1

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОБМІНУ ФАЙЛАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ФАЙЛООБМІННОГО ПРОТОКОЛУ BITTORRENT

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Об'єктом дослідження є процес обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Предметом дослідження є методи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. Методи дослідження базуються на методах теорії телекому, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. У сучасному світі дуже широко розповсюджені файлообмінні мережі. Однією з можливих технологій реалізації таких мереж є використання протоколу BitTorrent. BitTorrent – пірінговий (P2P) мережний протокол для кооперативного обміну файлами через Інтернет. Файли передаються частинами, кожний torrent-клієнт, одержуючи (завантажуючи) ці частини, у той же час віддає (закачує) їхнім іншим клієнтам, що знижує навантаження й залежність від кожного клієнта-джерела. Існує безліч інших програм-клієнтів для обміну файлами за протоколом BitTorrent. Роздача може містити як один файл, так і трохи, наприклад, уміст директорії. Для кожної роздачі створюється файл метаданих з розширенням .torrent, що містить наступну інформацію:

- URL трекера;
- загальну інформацію про файли (ім'я, довжину та ін.) у даній роздачі;
- контрольні суми (точніше, геш-суми SHA1) сегментів файлів, що роздаються;
- Passkey користувача, якщо він зареєстрований на даному трекері. Довжина ключа встановлюється трекером;
- геш-суми файлів цілком (необов'язково);
- альтернативні джерела, що працюють не за протоколом BitTorrent. Найпоширеніша підтримка так званих web-сидів (протокол HTTP), неприпустимими також є ftp, ed2k, magnet URI (необов'язково).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу bittorrent.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

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

- Огляд існуючих систем обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

– Дослідження системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

– Програмна реалізація системи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

Об'єктом дослідження є процес обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

Предметом дослідження є методи обміну файлами з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.

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

Виклад основного матеріалу. Все це може здатися трохи заплутаним, але насправді ідея досить проста. Торренти, як ви читали вище, покладаються на однорангову мережу. Це лише означає, що до торрент-даних, якими б вони не були, можна отримати доступ із кількох серверів одночасно. Кожен, хто завантажує торрент, отримує його частинами з інших серверів. Я вмикаю торрент і ділюся файлом онлайн. Десятки людей завантажують його, і ти один із них. Ваша торрент-програма вибере, з якого сервера взяти файл, залежно від того, хто наразі ділиться ним і на яких серверах є та частина файлу, яка вам зараз потрібна.

У традиційній системі обміну файлами, яка використовує файловий сервер, надання спільного доступу до програми розміром 200 МБ для 1000 людей швидко вичерпає всю пропускну здатність завантаження, особливо якщо всі запитують файл одночасно. Торренти усувають цю проблему, дозволяючи клієнтам збирати лише трохи даних від мене, трохи від іншого користувача і так далі, доки вони не завантажуть увесь файл.

Коли файл завантажено декількома особами, початковий учасник може припинити його розповсюдження, не вплинувши на інших. Файл залишатиметься доступним для будь-яких інших користувачів цього торрента через децентралізовану P2P-основу BitTorrent.

Як розповсюджуються торренти

Після створення торрента автор може поділитися однією з двох речей: файлом.TORRENT або хешем торрента, який часто називають магнітним посиланням.

Магнітне посилання – це простий спосіб ідентифікації торрента в мережі BitTorrent без необхідності мати справу з файлом TORRENT. Подібно до відбитка пальця, він унікальний для конкретного торрента, тож хоча посилання є лише рядком символів, воно так само добре, як і наявність файлу.

Магнітні посилання та файли TORRENT часто перераховуються в торрент-індексах, які є сайтами, створеними спеціально для обміну торрентами. Ви також можете ділитися інформацією про торрент через електронну пошту, текстове повідомлення тощо.

Оскільки магнітні посилання та файли TORRENT є лише інструкціями для клієнта BitTorrent, щоб зрозуміти, як отримати дані, обмінюватися ними швидко та легко.

Торрент-файл не дуже корисний, якщо він не використовується з клієнтською програмою. Ось приклад торрента, відкритого в текстовому редакторі – ви бачите, наскільки безглуздим є перегляд торрента таким чином.

Загальні умови торрент

Ось кілька корисних термінів, які варто знати під час роботи з торрентами:

–**ід**: Завантажити торрент означає поділитися ним. Кількість початкових файлів торрента – це кількість людей, які поділилися повним файлом. Нульова кількість означає, що ніхто не може завантажити весь файл.

–**Одноранговий**: одноранговий – це той, хто завантажує файл із розсівача, але ще не має повного файлу.

–**П'явка**: п'явки завантажують більше, ніж завантажують. Натомість п'явка може взагалі нічого не завантажувати після завантаження повного файлу.

–**Swarm**: група людей, які завантажують і діляться одним торрентом.

–**Трекер**: сервер, який відстежує всіх підключених користувачів і допомагає їм знайти один одного.

–**Клієнт:** програма або веб-служба, яка використовується торрент-файлом або магнітним посиланням, щоб зрозуміти, як завантажувати або завантажувати файли.

Як завантажувати торренти без відома провайдера?

Використання торрентів є легальним і ефективним способом обміну великими файлами. Хоча інтернет-провайдери не заборонятимуть вам використовувати торренти, вони можуть інколи гальмувати трафік BitTorrent, що сповільнить швидкість завантаження. Якщо ви не хочете, щоб ваш провайдер знав, що ви завантажуєте торренти, вам потрібно буде використовувати віртуальну приватну мережу (VPN), яка захищає вашу конфіденційність.

Як завантажувати торренти за допомогою VPN?

Щоб безпечно завантажувати торренти за допомогою VPN, знайдіть VPN для підтримки P2P, політику «нульового журналювання» (дані сеансу не відстежуються та не зберігаються), «перемикач блокування», який негайно розриває ваше інтернет-з'єднання, якщо VPN-з'єднання втрачено, і високі швидкості. Вибравши постачальника послуг VPN, завантажте та встановіть програмне забезпечення, подбавши про те, щоб використовувати найбезпечніші налаштування. Потім виберіть торрент-сервер із безпечним легальним вмістом, підключіться до VPN і встановіть безпечне з'єднання.

Як транслювати торренти?

Коли ви транслюєте торрент, наприклад, файл фільму, ви зможете дивитися фільм, не чекаючи, поки завантажиться весь файл. Для цього вам знадобиться спеціальний сайт або інструмент для потокової передачі торрент-файлів. Деякі приклади включають WebTorrent Desktop, Webtor.io та Seedr. Однак перед тим, як транслювати будь-який торрент, переконайтеся, що вміст безкоштовний і доступний законно, наприклад, фільм, який є загальнодоступним.

Як зробити торренти швидшими?

Є кілька речей, які ви можете зробити, щоб пришвидшити завантаження торрент-файлів. Спочатку перевірте, скільки є «сідерів» для торрент-файлу. Сідери – це люди, які продовжують ділитися торрентом після того, як його завантажили. Чим більше сідерів, тим швидше будуть завантажувати торрент-файли. Ви також можете спробувати уникати Wi-Fi на користь дротового підключення до Інтернету, завантажувати файли один за одним, обходити брандмауер або перейти на більш швидкісний тарифний план Інтернету.

BitTorrent

BitTorrent – це одноранговий інструмент обміну медіафайлами, але це не так просто, як завантажувати вміст у браузері. Наш посібник покаже вам, як використовувати Torrent і як убезпечити себе під час цього.

Якщо ви проводили якийсь час в Інтернеті з початку 2000-х років, ви, мабуть, чули про BitTorrent, популярний інструмент для обміну файлами, який використовується для фільмів, програм та інших великих блоків даних. Але BitTorrent є дещо складнішим, ніж інструменти для обміну файлами, які з'явилися раніше, тому перед його використанням варто ознайомитися з його тонкощами. Наш посібник допоможе вам почати роботу.

Що таке BitTorrent?

Коли ви завантажуєте файл з Інтернету, ви зазвичай завантажуєте його безпосередньо з сервера. Швидкість завантаження файлу залежить від розташування сервера, швидкості та кількості людей, які намагаються завантажити файл одночасно. Таким чином, хоча у вас може бути з'єднання 200 Мбіт/с від вашого інтернет-провайдера, ви можете завантажувати файл набагато повільніше, ніж це, якщо сервер, який надає файл, працює повільно або забивається запитами. BitTorrent – це альтернативний спосіб завантаження великих файлів, який не має тих самих недоліків. BitTorrent – це не просто програма – це одноранговий (p2p) протокол, який може використовувати будь-яка програма (хоча існує програма під назвою BitTorrent, що належить однойменній компанії, яка розробляє та підтримує сам протокол).

Замість того, щоб завантажувати файл з одного сервера, за допомогою BitTorrent ви завантажуєте частини цього файлу від інших користувачів по всьому світу, які мають той самий файл на своєму комп'ютері (отже, *одноранговий*). Файл або група файлів, які ви

завантажуєте, називається торрентом, обмін цими файлами називається *завантаженням*, а група людей, від яких ви завантажуєте, називається *роєм*. Чим більше людей підключено до певного рою, завантажуючи файл, тим швидше ви зможете завантажити цей файл. BitTorrent широко відомий як піратський інструмент завдяки своїй ефективності обміну великими файлами фільмів, музичних альбомів, програмного забезпечення та порно. Використання BitTorrent за своєю суттю не є незаконним, і протокол також бачив багато законних застосувань, зокрема обмін програмним забезпеченням з відкритим кодом, таким як Linux, надання оновлень для таких програм, як World of Warcraft, синхронізація файлів між комп'ютерами у стилі Dropbox та обмін медіафайлами, випущений через BitTorrent самими художниками. Microsoft навіть використовує подібні технології для оптимізації оновлень Windows. Загалом, BitTorrent часто використовується для піратства, оскільки його ефективність, децентралізований характер і популярність створили жваву спільноту, яка ділиться цими файлами. Якщо є щось, що ви хочете завантажити, є хороший шанс, що хтось поділиться цим із BitTorrent, законно чи ні. Якщо ви використовуєте наші інструкції з цією метою, ви робите це на свій власний ризик.

Розробка структурної схеми

На рисунку 1 зображена структурна схема системи. Вона складається з наступних блоків:

- Вікно інформації про файли, які завантажуються та роздаються з використанням файлообмінного протоколу BitTorrent.
- Вікно рядку стану.
- Блок меню налаштувань.
- Панель інструментів.
- Список категорій.
- Вікно докладної інформації.

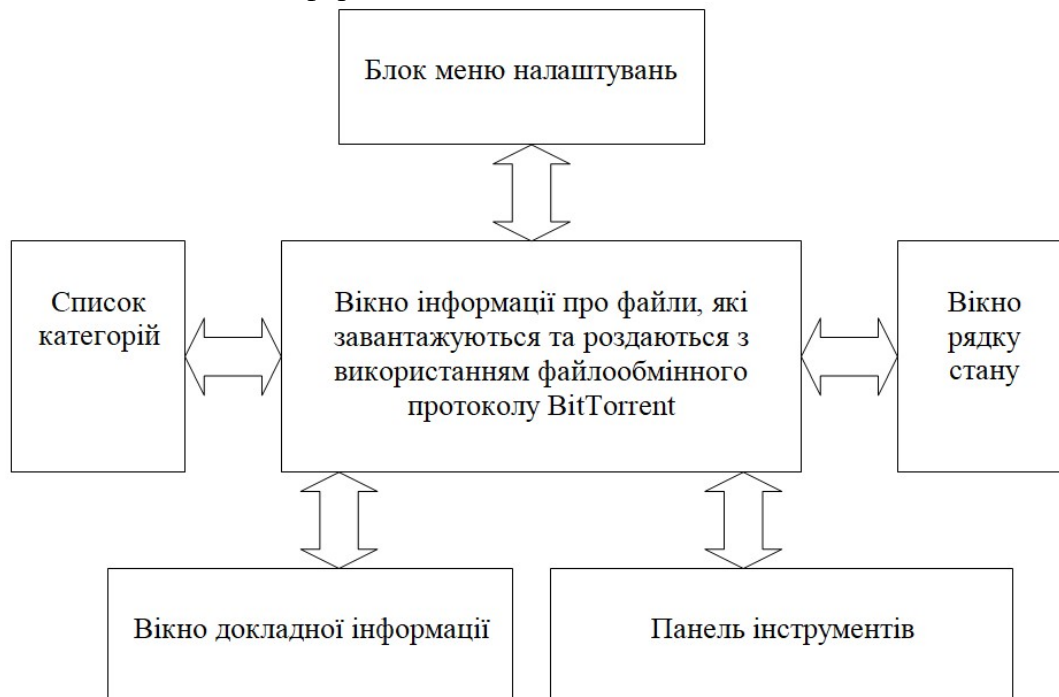


Рисунок 1 – Структурна схема системи

Розглянемо принципи роботи протоколу BitTorrent.

Як завантажити торрент

1. Отримайте клієнт BitTorrent

Завантажувати файли за допомогою BitTorrent дещо складніше, ніж просто натиснути посилання у веб-браузері. Більшість браузерів не мають вбудованої підтримки BitTorrent,

тому вам потрібна спеціальна програма, яка називається клієнтом BitTorrent, яка знає, як завантажувати та збирати фрагменти файлу в торрент.

2. Знайдіть торрент для завантаження

Ви можете знайти торренти для завантаження кількома різними способами. Якщо ви завантажуєте щось, що автор зробив доступним на BitTorrent, ви, ймовірно, знайдете посилання для завантаження торрент-файлу десь на їхньому сайті – наприклад, дистрибутив Linux Ubuntu пропонує торренти на своїй сторінці альтернативних завантажень. Ви також можете відвідати пошукову систему торрентів, як-от влучно названу Pirate Bay, щоб знайти щось.

3. Завантажте торрент-файл

Коли ви знайдете те, що шукаєте, вам потрібно буде завантажити файл .torrent – крихітний фрагмент даних, який спрямовує ваш клієнт BitTorrent на рій, щоб він міг завантажити фактичні файли, які ви шукаєте. Отже, якщо ви завантажуєте відео, ви спочатку завантажите невеликий файл .torrent, а потім двічі клацніть його, щоб відкрити його в qBittorrent, де почнеться завантаження самого відео.

Це може здатися дещо обхідним шляхом – завантаження невеликого файлу, який спрямовує вас на інший файл, – але це спосіб роботи BitTorrent. Багато сайтів і клієнтів BitTorrent також підтримують «магнітні посилання», які дозволяють обійти файл .torrent і направити клієнта на рій простим клацанням миші. Ви знайдете файли .torrent і магнітні посилання на сторінці завантаження потрібного файлу (якщо автор підтримує BitTorrent) або в пошуковій системі BitTorrent, наприклад Pirate Bay.

4. Відкрийте торрент у своєму клієнтському програмному забезпеченні

Просто двічі клацніть торрент і скажіть своїй ОС відкрити його в клієнтському програмному забезпеченні. Звідти вам потрібно буде вказати програмному забезпеченню, куди завантажити ваш файл, і ви також зможете визначити його пріоритет серед усіх інших речей, які ви хочете завантажити одночасно. Однак це індивідуальні кроки клієнта.

Як безпечно та швидко завантажити торрент

Це найнеобхідніші основи, необхідні для початку роботи з BitTorrent, але вони навряд чи забезпечать вам оптимальний досвід. Нижче наведено кілька речей, які допоможуть вам бути в безпеці та забезпечити швидке завантаження.

Остерігайтеся зловмисного програмного забезпечення та підроблених торрентів

Як і будь-де в Інтернеті, ви повинні бути обережними щодо того, що ви завантажуєте. Хоча багато, навіть більшість торрент-файлів містять те, що нібито містять, деякі з них обдурять вас, пообіцявши одне, а замість цього пропонуючи зловмисне програмне забезпечення, особливо якщо ви шукаєте торренти в темніших куточках Інтернету.

Багато торрент-сайтів мають коментарі на кожній сторінці, які можуть допомогти вам визначити автентичність певного торрента на основі написаного іншими користувачами. Деякі каталоги розміщують позначки поруч із іменем користувача завантажувача, позначаючи користувачів із хорошим досвідом завантаження безпечних файлів. І, звісно, ви маєте запустити хороше антивірусне програмне забезпечення, яке автоматично сканує все, що ви завантажуєте.

Використовуйте VPN

Оскільки ви підключаєтеся безпосередньо до інших користувачів, щоб завантажити свій торрент, ви можете бачити IP-адресу кожного користувача в групі, і вони можуть бачити вашу. Ця IP-адреса простежується до вас, що дозволяє кожному, хто приєднається до рою, бачити, що ви завантажуєте. Деякі інтернет-провайдери, особливо ті, що знаходяться за межами США, також можуть зменшувати вашу швидкість, якщо бачать, що ви використовуєте BitTorrent. Щоб запобігти обом цим проблемам, ви повинні використовувати надійну VPN під час завантаження торрент-файлів – це приховає вашу IP-адресу від зграї та зашифрує ваш трафік, щоб ваш провайдер не знав, що ви робите.

Уникайте мертвих торрентів

BitTorrent дозволяє завантажувати файли швидше та ефективніше, ніж пряме з'єднання з сервером, за умови, що є достатньо велика група, яка ділиться файлом. Якщо торрент має лише пару сідерів, ви, ймовірно, завантажуватимете файл дуже повільно, а якщо сідерів немає, ви взагалі не зможете отримати файл. Коли ви завантажуєте торрент, переконайтеся, що ви завантажуєте останній файл із великою кількістю сідерів, щоб забезпечити найкращу швидкість (багато сайтів вказують кількість сідерів на сторінці завантаження торрента).

Переконайтеся, що ви відкриті для зв'язків

У наші дні більшість торрент-клієнтів налаштовано оптимально з коробки – вони створюють для себе правила брандмауера Windows і використовують UPnP або NAT-PMP для автоматичного відкриття порту, щоб розсівачі могли надсилати вам свої частини файлу. Однак якщо програма має багато засівачів і файл не завантажується, вам, можливо, доведеться вручну перенаправити порт на вашому маршрутизаторі або виконати інші дії з усунення несправностей, щоб переконатися, що ви можете підключитися до однорангових пристроїв у групі.

Дотримуйтеся етикету BitTorrent

Хоча це не має вирішального значення для успіху, загалом вважається приємним перераховувати кошти та створювати початкові файли після їх завантаження, даючи іншим можливість завантажувати дані самостійно. Зрештою, якби не було сідерів, BitTorrent не працював би дуже добре, і ми всі застрягли б у завантаженні файлів із швидкістю равлика. Якщо ви не можете завантажувати файл вічно, принаймні заповнюйте його, доки ви не поділитесь стільки, скільки завантажили (також відоме як "співвідношення" 1:1), перш ніж видаляти торрент із вашого клієнта.

Тут є ще більше, у що ми можемо заглибитися, оскільки BitTorrent є надзвичайно потужним інструментом, якщо ви бажаєте копатися в налаштуваннях клієнта. Але для більшості початківців це повинно допомогти вам почати роботу, убезпечити вас і дозволити вам уникнути страшного «повільного сервера завантаження», наскільки це можливо.

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

Список літератури

1. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Polishchuk, Y., Brzhanov, R., Aleksander, M. «Method of fractal traffic generation by a model of generator on the graph». CEUR Workshop Proceedings Volume 2616, 2020, Pages 366-379.
2. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
3. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
4. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes».

- International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
5. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
 6. Smirnov, O., Odarchenko, R., Abakumova, A., Usik, P., Kundyzy, M., «QoE optimization technique for media delivery in 5G networks». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019. P.597-601.
 7. 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.
 8. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
 9. 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.
 10. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kavun, S., Babenko, B., Nakisko, O., Kuznetsova, K., «Malware Correlation Monitoring in Computer Networks of Promising Smart Grids», 2019 IEEE 6th International Conference On Energy Smart Systems (2019 IEEE ESS), Kyiv, Ukraine April 17-19, 2019 P. 347-352.
 11. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., Prokopovych-Tkachenko, D., «Discrete Signals with Special Correlation Properties», CEUR Workshop Proceedings Volume 2353, CEUR Workshop Proceedings 2019, Pages 618-629.
 12. Smirnov A.A., 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.
 13. 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.
 14. 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.
 15. Смірнова Т.В., Гнатюк С.О., Сидоренко В.М., Юдін О.Ю., Сидоренко С.Ю., «Модель визначення критичності галузевих інформаційно-телекомунікаційних систем». Проблеми інформатизації та управління, № 2(70). 2022. С. 28-37.
 16. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Смірнов С.А., Поліщук Л.І., «Дослідження стійкості до диференціального криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 3(69). С. 93-98.
 17. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Якименко Н.М., Поліщук Л.І., Смірнов С.А. «Дослідження статистичної стійкості та швидкісних характеристик запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», № 2 (307). С. 46-52. 2022.
 18. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Константинова Л.В., Смірнов С.А., Якименко Н.М., «Дослідження стійкості до лінійного криптоаналізу запропонованої функції гешування удосконаленого модуля криптографічного захисту в інформаційно-комунікаційних системах» Системи управління, навігації та зв'язку, 2022, № 1(67). С. 84-89.
 19. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95
 20. 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.
 21. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.