

УДК 004

І.Найдьонов, магістр гр. КІ-23М

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО РІШЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ IP-ATM

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. Об'єктом дослідження є процес інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. Предметом дослідження є методи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Постановка проблеми. Сьогодні бізнес-телефонія – це інтегровані телекомунікаційні рішення на основі технологій VoIP, віртуальні й фізичні IP-ATM, різноманітні SIP-пристрої, віртуальні номери й багато чого іншого.

Ми живемо у швидко мінливому світі. Швидкість передачі інформації й прийняття рішень стрімко збільшується рік у рік. Роки двісті назад проходили тижні й місяці, поки ямщик довозив лист до пункту призначення. Двадцять років тому лист доставлявся поштою за кілька днів, а іноді, як і раніше, тижнів, і лише у випадках екстреної важливості відправляли телеграму, щоб адресат одержав її дуже швидко – протягом доби. Усього десять років тому на пересилання повідомлення електронної пошти було потрібно кілька хвилин і здавалося, що це вже межа технологічних можливостей.

Сьогодні рахунок йде на секунди: вибравши одержувача в списку контактів у програмному клієнті Jabber на ПК або мобільному телефоні, ви можете не просто відправити йому миттєве повідомлення, але й подзвонити на робочий або мобільний телефон, а при необхідності, підключити когось із колег до розмови, продемонструвати документ, про яке мова йде, включити камеру або перевести розмову в режим відео-дзвінка.

В IP-ATM реалізований цілий ряд корисних функцій: автосекретаря, підключення віддалених співробітників, використання смартфона як внутрішнього абонента станції, запуску додатків СТІ і т.д. Причому в складі корпоративної мережі можуть перебувати різні апарати: провідні IP-, SIP-телефони, DECT-телефони, софтлини й інші

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

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

- Огляд існуючих систем інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

– Дослідження системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-АТМ.

– Програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-АТМ.

Об'єктом дослідження є процес інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-АТМ.

Предметом дослідження є методи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-АТМ.

Методи дослідження базуються на методах теорії кодування та теорії комп'ютерних мереж, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу. Послуги операторів дозволяють компаніям із сегмента SMB бути максимально мобільними при роботі із клієнтами й не пропускати жодного дзвінка. При формуванні пакетів послуг він орієнтується саме на їхній потребі: забезпечення зв'язком віддалених співробітників, швидке й малозатратне масштабування рішення, низька вартість інсталяції й експлуатації. Крім того, хмарна АТМ дозволяє оптимізувати витрати на вихідні виклики в інші міста й країни завдяки опції «пакет хвилин», вигідної компаніям, співробітники яких часто дзвонять клієнтам і партнерам, що перебувають у віддалених регіонах.

Хмарна АТМ дозволяє успішно проводити такі переговори й оцінювати якість обслуговування клієнтів. Завдяки таким можливостям, як інтелектуальне керування вхідними викликами, переадресація, IVR, гнучке налаштування внутрішньої маршрутизації, віртуальний факс, запис розмов, підключення номерів інших операторів з різних регіонів України й інтелектуальне керування чергою телефонних викликів, продуктивність роботи істотно підвищується. При цьому співробітники, можуть користуватися програмними телефонами, установленими на їх ПК або мобільних пристроях.

Сучасні рішення пропонує бізнесу три хмарних продукти: віртуальну АТМ, центр обробки викликів і систему CRM. Кожний з них надає широкі можливості для розширення продажів, поліпшення якості обслуговування, підвищення продуктивності співробітників і зміцнення лояльності клієнтів. Наприклад, віртуальна АТМ не тільки дозволяє швидко й недорого розгорнути в організації систему телефонії, але й оптимізувати бізнес-процеси, задіяні для спілкування із клієнтами.

У лінійці гібридних IP-АТМ представлені моделі як для невеликих офісів, так і для компаній зі штатом до 500 чоловік. Система здатна обслуговувати до 500 абонентів і підтримувати 80 дзвінків одночасно

Один з найважливіших способів удосконалювання бізнесу – застосування інформаційно-аналітичних звітів. За допомогою детальної статистики, що враховує всі дзвінки, можна правильно оцінити ефективність роботи й рівень зайнятості кожного співробітника; зрозуміти, у який час активність клієнтів найбільш висока, чи довго їм доводиться чекати відповіді, скільки дзвінків пропускається й з якої причини; визначити, які рекламні канали найбільш ефективні. Це дозволяє одержати повне подання про роботу компанії, приймати зважені управлінські рішення, а також впровадити систему КРІ для підвищення ефективності підрозділів, зайнятих продажами або клієнтським обслуговуванням.

Різні схеми розподілу викликів у ВАТМ дозволяють налаштувати її так, щоб на дзвінки покупців завжди відповідав найбільш кваліфікований продавець або, скажемо, клієнтові не доводилося довго чекати відповіді на лінії. Ця функція допоможе одночасно збільшити продажі й підвищити рівень обслуговування.

За рахунок запису розмов вдасться поліпшити контроль за роботою співробітників, а також зрозуміти, чи дотримуються вони прийнятого в компанії сценарію продажів. Прослухавши запису, легко довідатися, що цікавить покупців найчастіше, які товари й послуги, запитовані ними, відсутні в асортименті, чим залучають їхні пропозиції конкурентів. У процесі навчання персоналу як приклад можна використовувати грамотно

проведені переговори й аналізувати типові помилки. Нарешті, що зберігається інформація завжди допоможе добратися до істини при виникненні спірних ситуацій. Таким чином, завдяки запису розмов можна підвищити лояльність клієнтів і компетентність співробітників, а також знайти нові резерви для росту бізнесу.

Компанії із сегмента SMB, створюючи власний ЦОВ, одержують можливість користуватися інструментами, які застосовують у своїй роботі великі професійні центри обробки викликів. На його основі легко організувати контроль за обслуговуванням клієнтів і розподіл вступників дзвінків між вільними в конкретний момент співробітниками. Крім того, ЦОВ дозволяє здійснювати збір і систематизацію безлічі даних, що мають відношення до роботи із клієнтами, і формувати інформаційно-аналітичні звіти, за допомогою яких можна підвищити ефективність діяльності підприємства.

При наявності центра обробки викликів під контролем виявляються всі найважливіші показники якості обслуговування клієнтів: кількість прийнятих і пропущених дзвінків, довжина черги, ступінь завантаженості персоналу, число не зайнятих переговорами операторів, частка – у відсотковому відношенні – успішних з'єднань і негайних відповідей, продуктивність роботи операторів, середня тривалість розмови.

На основі інформації, що надходить у ЦОВ, можна становити звіти, розділяючи їх по темах і різних параметрах. Дані про те, що найбільше цікавить замовників, допоможуть вчасно скорегувати роботу співробітників і написати сценарії відповідей на питання, що задаються часто. Така оптимізація працездатності буде сприяти підвищенню якості обслуговування.

Крім того, ЦОВ дозволяє відслідковувати й інші параметри, що прямо впливають на лояльність клієнтів і рівень продажів. Мова йде про звіти «Рівень обслуговування» і «Середній час очікування в черзі». Як відомо, сприятливе відношення до компанії в значній мірі залежить від того, скільки часу людина проводить чекаючи відповіді. Скасування виклику означає втрату потенційного клієнта, а це вкрай небажаний результат для тих підприємств, які здійснюють продажі по телефоні. Керівник може самостійно встановити максимально припустимий показник, по досягненні якого йому прийде автоматичне оповіщення, що сигналізує про необхідність вжити невідкладних заходів.

Оскільки ЦОВ має всі перераховані функції, можна в реальному часі спостерігати, як співробітники компанії спілкуються із клієнтами, і завчасно виявляти конфліктні ситуації, щоб не доводити їх до серйозних розбіжностей.

У системі CRM можливості телефонії об'єднані з функціями електронної пошти. Для цього передбачений єдиний програмний інтерфейс, що дозволяє приймати й робити дзвінки, вести клієнтську базу, зберігати дані про всі виконані дзвінки (дата, тривалість розмови, номери телефонів), здійснювати запису переговорів і прослуховувати їх, відправляти повідомлення електронної пошти й переглядати їх і т.д. Все це полегшує рішення різних бізнес-завдань і є гарною підмогою для навчання персоналу й урегулювання спірних питань.

Розробка структурної схеми

Хмарне рішення має значно більшу гнучкість, чим традиційне. Якщо буде потрібно розширити штат або скоротити кількість співробітників, відкрити або закрити офіс, не прийде позбуватися від непотрібного встаткування або, навпаки, витрачатися на нове «залізо». Досить просто підписатися на необхідний сервіс або відмовитися від непотрібного – це і є так звана гнучкість масштабування. Причому завжди можна використовувати /стаціонарний, мобільний або SIP-телефон або безкоштовно підключити програмний.

Наприклад, провідні й бездротові SIP-телефони Panasonic, представлені кілька років назад на українському ринку, користуються чималим попитом у вітчизняних підприємств завдяки гарній якості звуку й надійності. У результаті, відповідно до звіту аналітичного агентства J'son & Partners Consulting, в 2016 році компанія посіла друге місце по продажах цього встаткування на українському ринку.

Наприкінці зими були представлені нові моделі SIP-телефонів Panasonic: провідні телефони KX-HDV і SIP-DECT телефон KX-TGP600. Всі вони розроблені з урахуванням вимог найбільших IP-операторів країни. Однієї з відмінних рис апаратів є конкурентоспроможна ціна. Подальший розвиток напрямку SIP-терміналів Panasonic має намір здійснювати в тісному співробітництві з відомими українськими операторами IP-телефонії.

Хмарне рішення – це не тільки мінімум вкладень, але й максимальна гнучкість, що звільняє від необхідності модернізувати власну інфраструктуру, а також можливість розширення функцій: якщо в компанії з'явилися вільні засоби і їсти бажання спробувати нові можливості, можна перейти на преміальний тариф, а при необхідності заощадити – вибрати більше простий тарифний план. Безсумнівними перевагами виявляються швидке впровадження й простота експлуатації, оскільки провайдер бере на себе всі завдання: від запуску рішення до підтримки відновлень.

Оцінюючи переваги хмарних рішень, неважко зрозуміти, чому, так само як і на світових ринках, вони стають усе більше й більше популярними в Україні. Причина збільшення попиту на хмарні послуги в період кризи й економічної нестабільності очевидна: організаціям зараз не вигідні капітальні витрати, і перевага віддається операційним. По даним IDC, в Україні ріст ринку хмарних послуг в 2023 році склав 38%. Хмарні технології можуть стати важливим каталізатором розвитку малого й середнього бізнесу, що, у свою чергу, повинне сприяти відновленню темпів економічного росту.

Клієнти з успіхом використовують хмарну АТМ для виконання різних завдань. Так, наприклад, торговому дому, у штаті якого значиться близько 600 співробітників, знадобилося рішення, здатне забезпечити оперативне розгортання телекомунікаційної інфраструктури для знову, що відкриваються відділів, і підрозділів. Іншому підприємству – мережі салонів «Оптика» – потрібно було впровадити рішення для розвитку клієнтського сервісу й об'єднання семи крапок продажів. А пакет сервісів для компанії «Мобільний Актив», що надає послуги мобільного маркетингу, обійшовся у вісім разів дешевше, ніж передбачалося споконвічно.

Коли хмарні АТМ доповнюються пакетом спеціалізованих послуг, замовник одержує у своє розпорядження «віртуальний офіс». Однак користувачам віртуальних рішень варто пам'ятати про можливі ризики.

Представники різних сфер бізнесу виділяють цілий спектр переваг, завдяки яким IP-телефонія виявляється більше вигідною для підприємства, чим традиційна. Так, у ході проведеного опитування керівники підтвердили, що IP-телефонія дозволяє оптимізувати витрати на зв'язок з віддаленими представництвами й партнерами, знизити витрати на експлуатацію мережі, централізувати керування телекомунікаційною інфраструктурою й підвищити ефективність роботи співробітників. У цьому контексті хмарна АТМ, яку можна назвати інтелектуальною надбудовою до IP-телефонії, є необхідним інструментом для створення й подальшого керування телефонізацією компанії.

Основні замовники цього сервісу – середній і малий бізнес, а також великої мережної компанії із широкою географією присутності. Таким організаціям необхідні гнучкі й масштабовані VoIP-рішення, які легко інтегруються з існуючою інфраструктурою й дозволяють створювати проекти, що максимально враховують специфіку бізнес-процесів. Хмарна АТМ найбільшою мірою затребувана підприємствами, що працюють у сфері послуг, роздрібній торгівлі, готельному й ресторанному бізнесі, де якість обслуговування клієнтів відіграє визначальну роль, а бізнес найчастіше має розгалужену структуру.

Хмарна АТМ розміщується в операторській хмарі – на захищеному сервері, надаваному оператором для потреб замовника, – і поставляється разом з устаткуванням, що значно знижує загальну вартість впровадження, а також можливі ризики по сумісності сервісу з існуючою телекомунікаційною інфраструктурою. У результаті клієнт одержує функціональну систему інтелектуальної телефонії, що обслуговує оператор, і звільняється від додаткових витрат на установку, експлуатацію й технічну підтримку в режимі 24/7.

Офісна IP-АТМ

У віртуальних АТМ є очевидні мінуси: можливі проблеми з відказостійкістю (надійність і стабільність роботи системи в значній мірі залежать від якості каналів зв'язку), не гарантується конфіденційність інформації (за безпеку відповідає провайдер). Саме тому багато компаній воліють установлювати АТМ в офісі. При цьому власна IP-АТМ здатна працювати з різними видами каналів, тоді як віртуальна звичайно не має таких ресурсів.

Для малих і середніх компаній дуже важливе оперативне розгортання системи й низька вартість володіння. Хмарні АТМ залучають можливістю щодо швидкого розгортання, але за вартістю вони не завжди виявляються більше дешевими рішеннями, чим «звичайні» IP-АТМ. Віртуальні системи більше підходять тим компаніям, які створюються для реалізації коротких проектів, а іншим найчастіше вигідніше й безпечніше користуватися власними IP-Системами.

Установлюючи сучасні системи зв'язку, компанія одержує насамперед надійні і якісні внутрікорпоративні комунікації й скорочення витрат, тому що завдяки використанню різних каналів зв'язку виклики можуть відбуватися по найбільш вигідних тарифах.

Системи зв'язку забезпечують мобільність персоналу за рахунок організації мікросітільникових систем DECT і оснащені функціями мобільної інтеграції й підтримки програмних клієнтів. Розширювати й модернізувати мережа можна без заміни всього встаткування, оскільки моделі IP-АТМ різних серій сумісні між собою, а нові покоління продуктів розробляються з урахуванням принципу наступності.

Системи дозволяють підключити конференц-зв'язок, а також скористатися функціями центра обробки викликів і бізнес-додатків – всі ці можливості допомагають співробітникам компаній поліпшити взаємодію й підвищити якість своєї роботи. Устаткування повинне встановлюватися авторизованим фахівцем, у цьому випадку замовник може бути впевнений у тому, що воно буде функціонувати коректно.

У процесі створення платформи особлива увага приділялася захисту інвестицій замовника, для чого забезпечується проста інтеграція у вже наявну інфраструктуру, не потребуючої прокладки додаткових кабелів і заміни телефонних терміналів.

В убудованій системі уніфікованих комунікацій передбачена можливість використання найбільш затребуваних функцій IP-телефонії, а також голосової пошти й додатків для створення невеликого або середнього контакт-центра, у чому зацікавлені не тільки великі, але й невеликі компанії.

Оскільки до єдиного короткого внутрішнього номера можна підключити три телефони, у тому числі мобільні, SIP- і стаціонарні пристрої, абонент зможе відповісти по кожному з них незалежно від свого місцезнаходження.

IP-АТМ дозволяє зв'язати різні офіси територіально розподіленої компанії, у тому числі глобальної. При відкритті нових філій можна підключати абонентів до телефонної мережі, побудованої на базі IP-телефонії, за допомогою ресурсів центральної IP-АТМ. Всі ці засоби покликані підтримати ефективну роботу компаній з будь-якої сфери бізнесу.

IP-телефонія як інструмент бізнесу

Завдяки IP-телефонії бізнес одержав можливість набагато ефективніше використовувати телефон як інструмент взаємодії із клієнтами. Всі процеси, так чи інакше пов'язані зі спілкуванням по телефоні, тепер можуть бути детально відстежені й глибоко оптимізовані. Сучасні цифрові АТМ оснащені безліччю корисних функцій. Правда, висока вартість, складність налаштування й необхідність обслуговування роблять їх малопривабливими для невеликих компаній.

Але є й ще одна важлива деталь – перехід до VoIP відкрив перед малим і середнім бізнесом можливості, які раніше були доступні тільки великим організаціям з потужною телекомунікаційною інфраструктурою. Використовуючи хмарні комунікаційні сервіси, наприклад віртуальну АТМ, будь-який стартап сьогодні може застосовувати у своїй роботі всі існуючі інструменти для розширення виручки продажів або підвищення лояльності клієнтів.

Втім, інтерес не обмежується сегментом СМБ – великі компанії теж нерідко вирішують свої завдання за допомогою хмарної телефонії.

Як показують дослідження, бізнес добре розуміє, що може дати йому IP-телефонія. Так, тільки половина користувачів ВАТМ задовольняються лише звичайними функціями начебто розподілу й переадресації викликів, голосового меню або автовідповідача. Іншим потрібні саме можливості вдосконалювання бізнес-процесів, які надає хмарна АТМ. А найбільшою популярністю в них користуються інструменти, що дозволяють знайти нові крапки росту, – насамперед інформаційно-аналітичні звіти.

Комунікаційні сервіси по хмарній моделі придбали особливу популярність із початком кризи: вони допомагають не тільки заощадити на впровадженні й обслуговуванні, але й збільшити дохід, оптимізуючи роботу компанії різними способами, а також гнучко міняти організаційну структуру без шкоди для діяльності підприємства. Постійний ріст ринку ВАТМ протягом уже декількох років – краще тому підтвердження.

Як і у випадку з іншими технологіями, успішно застосовуваними в бізнесі, затребуваність подібних рішень неминуче веде до появи нових функцій, що враховують різні потреби й бізнес-моделі, і навіть нових класів продуктів, в основу яких покладена функціональність хмарних АТМ, наприклад, для створення операторських центрів. Розширюються й можливості інтеграції IP-телефонії з іншими корпоративними системами, такими як CRM і ERP.

У цілому ж, я думаю, при грамотному застосуванні інструментів IP-телефонії вигода від них може бути набагато більше, ніж просто економія на послугах зв'язку й інфраструктурі.

Гібридні IP-АТМ

На відміну від традиційних офісних АТМ, гібридні IP-АТМ часом мають широкий набір інтелектуальних функцій: вони дають малим і середнім підприємствам безліч конкурентних переваг, про які керівники раніше й мріяти не могли.

У даній роботі реалізована побудова мережі All-over-SIP малого підприємства. Такі рішення легко модернізуються, масштабуються, інтегруються зі сторонніми сервісами й додатками: системами обліку, CRM або контакт-центрами. Цей підхід дозволяє краще організувати роботу співробітників.



Рисунок 1 – Структурна схема системи

От лише один приклад: інтелектуальна маршрутизація за допомогою нової «розумної» аналогової станції Yeastar N824. АТМ запам'ятовує маршрут для вхідних і вихідних викликів. Так, якщо абонентові дзвонили з організації, у якій встановлена Yeastar N824, а він не зміг відповісти, то при зворотному дзвінку виклик буде спрямований на той додатковий

номер, з якого йому дзвонили. Цей принцип працює як при пропущеному дзвінку, так і при зробленому виклику.

Аналогічно, при повторному дзвінку клієнт прямо зв'язується з тим менеджером або оператором, з яким уже вів переговори. Безліч подібних «фішок» (будь те запис всіх розмов, можливість зручного перехоплення дзвінка й трансфер натисканням однієї кнопки) заощаджують час кожного співробітника й ресурси всієї компанії. При цьому використання таких технологій приводить до загального зниження витрат на зв'язок, що вкрай важливо для невеликих організацій.

Сучасні рішення допомагають підвищити лояльність клієнтів і ефективно обробити кожний вхідний дзвінок, що сприяє збільшенню прибутку. При цьому в станціях Yeastar вся функціональність (крім деяких специфічних модулів для готелів або тарифікатора) надається за замовчуванням і не вимагає додаткового ліцензування, що спрощує розрахунок повної вартості рішення.

До станцій Yeastar можна додавати IP-камери Milesight і IP-домофони ITS. Це ще два кубики в конструктор рішень All-over-SIP. Ці пристрої підключаються по протоколі SIP і стають повноцінними учасниками комунікаційного простору офісу. При виклику з домофона здійснюється належна маршрутизація викликів і відкрити двері може будь-який співробітник, тому для забезпечення доступу в офіс не потрібно будувати окрему мережу.

Крім свого прямого призначення (відеоспостереження й записи), IP-камери Milesight можуть здійснювати відеозв'язок по протоколі SIP, що, наприклад, затребувано при організації віддаленого відео- і аудіоконтроля важливих об'єктів для керівника підприємства. Це можна робити з настільного офісного відеотелефона (наприклад, Yealink VP530) або за допомогою клієнта, встановленого на мобільному телефоні. Такий підхід дозволяє створювати проекти «Розумний будинок» і різні комплексні рішення для великих підприємств, а також вирішувати завдання, актуальні для невеликих компаній.

IP-телефонія стала не тільки засобом комунікацій між співробітниками, засобом підтримки колективної роботи й взаємодії з партнерами й замовниками, але й потужним інструментом для продажів і просування продуктів і послуг. Багато організацій уже використовують у своїй діяльності функції ЦОВ, CRM і інші додатки, провайдери пропонують відповідні хмарні сервіси, а постачальники встаткування IP-телефонії створюють нові рішення для корпоративного ринку. Сучасні комунікаційні системи, продукти й послуги можуть допомогти малим і середнім підприємствам вести бізнес, збільшити обсяг продажів, просувати послуги, підвищити ефективність бізнесу.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач:

- Був проведений огляд існуючих систем інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.
- Досліджена система інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.
- На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інтегрованого телекомунікаційного рішення на основі технології IP-ATM. 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., Kryvinska, N., Chevardin, V., Smirnov, O. «Wireless Network Encryption Stream Ciphers, Computational Modeling, and Security Analysis». *Computational Modeling and Simulation of Advanced Wireless Communication Systems*, 2024, pp. 379–402.
2. Kuznetsov, O., Frontoni, E., Kryvinska, N., Smirnov, O., Imoize, G.L. «Computational Modeling of Enhanced Spread Spectrum Codes for Asynchronous Wireless Communication». *Computational Modeling and Simulation of*

- Advanced Wireless Communication Systems, 2024, pp. 403–447
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022,
7. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022.
8. 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>
9. Smirnov O., Kuznetsov A., Zhora V., Onikiychuk A., Pieshkova O. «Hiding Messages in Audio Files Using Direct Spread Spectrum». 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2021, Cracow, Poland, 22-25 September 2021. P. 414-418.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Lokotkova I., Kuznetsova T., Florov S., Lebid O. «Using Orthogonal Signals to Hide Information in Images». 4 IEEE International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT) – 2021, Lviv, Ukraine, September 21-25, 2021. P. 255-260.
11. 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.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
13. 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.
14. Smirnov O., Kuznetsov A., Kovalchuk D., Kuznetsova T. «New technique for data hiding in cover images using adaptively generated pseudorandom sequences». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 1-14.
15. Smirnov O., Kuznetsov A., Onikiychuk A., Makushenko T., Anisimova O., Arischenko A. «Adaptive pseudorandom sequence generation for spread spectrum image steganography». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 161-165.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Gorbacheva, L., Babenko, V., «Hiding data in images using a pseudo-random sequence», *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2608, 2020, Pages 646-660.
21. Zhurakovskiy, B., Tsopa, N., Batrak, Y., Odarchenko, R., Smirnova, T «Comparative analysis of modern formats of lossy audio compression». *Workshop Proceedings*, 2020, 2654, стр. 315-327.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. 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.