

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка
Факультет інформаційних технологій та математики
Кафедра комп'ютерних наук

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри
комп'ютерних наук
доктор технічних наук, професор
БОНДАРЧУК А.П.

_____ (підпис)

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «Магістр»
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
Освітня програма 122.00.02 Інформаційно-аналітичні системи

**Тема роботи: “Проектування інформаційної веб-платформи документообігу
агенції нерухомості”**

Виконав

студент групи ІАСм-1-24-1.4д
Андрущенко Євгеній Євгенович

_____ (підпис)

Науковий керівник

кандидат технічних наук, доцент
Рзаєва Світлана Леонідівна

_____ (підпис)



Київський столичний університет імені Бориса Грінченка
Факультет інформаційних технологій та математики
Кафедра комп'ютерних наук

«Затверджую»

Завідувач кафедри комп'ютерних
наук, кандидат технічних наук,
доцент

_____ Машкіна І.В.

« ____ » _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Тема роботи. Проектування інформаційної веб-платформи документообігу агенції нерухомості.

Вхідні дані. Законодавчі та нормативні акти України у сфері інформаційних технологій та електронного документообігу; наукові публікації та методичні рекомендації щодо проектування інформаційних систем, документація з розробки веб-платформ та систем управління даними.

Завдання роботи. Завдання роботи полягає у проведенні аналізу сучасних систем електронного документообігу з визначенням їхніх переваг, недоліків та ключових можливостей. Важливо дослідити потреби користувачів агентств нерухомості щодо автоматизації процесів документообігу, а також обґрунтувати архітектуру веб-платформи з позицій безпеки, масштабованості та зручності використання.

У роботі необхідно реалізувати прототип інформаційної системи «RealEstateFlow», що включає клієнтську частину на Angular, серверну - на Spring Boot, а також базу даних PostgreSQL. Платформа має підтримувати реєстрацію та авторизацію користувачів, управління правами доступу, створення, підписання та

архівування документів, ведення журналу аудиту, а також пошук, фільтрацію та експорт звітів у форматах CSV і PDF.

Окремим завданням є проведення тестування продуктивності системи, оцінювання її зручності, стабільності та рівня безпеки. На основі отриманих результатів формуються рекомендації щодо масштабування та інтеграції платформи у бізнес-процеси агентства нерухомості, а також узагальнюються висновки щодо ефективності розробленого рішення.

Строк подання роботи на кафедру « __ » _____ 2025 р.

(прізвище, ініціали, підпис)

Завдання прийняв до виконання « __ » _____ 20 р.

Андрущенко Євгеній Євгенович



(підпис студента)

Науковий керівник

Рзаєва Світлана Леонідівна

доцент кафедри комп'ютерних наук



АНОТАЦІЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Дипломна робота: 66 с., 5 табл., 25 рис., 36 посилань.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, які формують основну частину, висновків, списку джерел та додатків. Перший розділ книги пояснює теорію систем управління документами та їхні переваги та недоліки на ринку. Другий розділ обґрунтовує принципи та архітектуру розробленої системи. Третій розділ надає практичну реалізацію веб-додатку

«RealEstateFlow», його тестування та результати.

Створено веб-платформу дозволяє централізувати, автоматизувати й захистити документообіг, підвищуючи ефективність і прозорість роботи. Тема є практично значущою, адже розроблене рішення може бути впроваджене в реальну діяльність агентств нерухомості.

Об'єкт дослідження. Процес електронного документообігу в агентстві нерухомості.

Предмет дослідження. Методи та засоби розробки інформаційної веб-платформи для управління документообігом.

Мета роботи. Розробити інформаційну веб-платформу для автоматизації процесів створення, підписання, зберігання та пошуку документів у діяльності агентства нерухомості.

Завдання роботи. Завдання роботи полягають у тому, щоб проаналізувати існуючі системи електронного документообігу, визначити вимоги користувачів та основні функціональні можливості майбутньої платформи. На основі зібраних даних необхідно розробити архітектуру веб-платформи та реалізувати прототип системи «RealEstateFlow».

Методи дослідження. Аналіз наукових джерел, порівняння сучасних веб-технологій, створення прототипів, програмна реалізація та тестування.

Практичне значення. Розроблена система «RealEstateFlow» забезпечує електронний обіг документів, контроль прав доступу, збереження історії змін і генерацію звітів. Платформа може бути використана як основа для впровадження

у малих і середніх агентствах нерухомості для підвищення ефективності їх роботи і та автоматизації більшості процесів.

Ключові слова. Документообіг, веб-платформа, агентство нерухомості, електронний підпис, інформаційна система, Angular, Spring Boot, PostgreSQL.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СИСТЕМ НА РИНКУ	11
1.1 Методи дослідження:	11
1.2 Класифікація теми дослідження за кодами УДК	11
1.3 Аналіз існуючих інформаційних систем документообігу	12
1.4 Аналіз тенденцій розвитку веб-платформ документообігу	16
1.4.1 Оцінка тенденцій за темами досліджених статей	18
1.4.2 Основні функціональні можливості сучасних платформ документообігу для агентств нерухомості	19
1.5 Порівняння розроблюваної платформи з існуючими рішеннями	20
1.6 Наукова новизна і практичне значення дослідження	21
1.7 Висновки до розділу 1	22
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ	23
2.1 Системотехнічне обґрунтування	23
2.2 Методичні підходи до побудови системи	25
2.3 Функціональна структура системи	26
2.4 Порівняння архітектурних рішень	28
2.5 Алгоритмічне вирішення задачі	30
2.6 Результати програмної реалізації	31
2.7 Приклад сценарію користувача	38
2.8 Висновки до розділу 2	38
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ	40
3.1 Архітектура та середовище розробки	40
3.2 Вимоги до розгортання інформаційної веб-платформи на сервері	40
3.3 Реалізація інформаційної веб-платформи та створені програмні модулі	42

3.4 Тестування інформаційної веб-платформи	46
3.4.1 Мета тестування	46
3.4.2 Умови проведення тестування	46
3.4.3 Детальні тест-кейси	47
3.4.4 Результати тестування	57
3.3.5 Висновки по тестуванню	58
3.5 Висновки до розділу 3	58
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62
СПИСОК СКОРОЧЕНЬ	66

ВСТУП

Сучасні інформаційні технології наразі використовуються в ряді галузей, включаючи агентства нерухомості. Багато їхньої роботи пов'язано з підготовкою, обробкою та зберіганням великої кількості документів - таких як контракти, акти, звіти та угоди. Автоматизація управління документами також здатна зменшити ймовірність помилок, підвищити продуктивність і зробити бізнес-процедури більш прозорими.

Актуальність. В епоху цифрової революції жодна сфера не може обійтися без веб додатків, цифрового документообігу і інших покращень які зараз супроводжують наше життя. Сучасна діяльність агентств нерухомості супроводжується значним обсягом документації, що потребує швидкої обробки, зберігання та підписання документів. Традиційні способи ведення документообігу часто є неефективними, що призводить до затримок і помилок. Тому актуальною є розробка інформаційної веб-платформи, яка забезпечить автоматизацію цих процесів і підвищить прозорість роботи агентства. Дасть можливість отримати потрібну інформацію з будь якої точки світу. Сфера нерухомості працює з великими обсягами документів, які часто обробляються вручну або в різних несумісних системах, що створює дублювання даних і зайві витрати часу. Сучасні веб-технології та цифрові сервіси України, зокрема «Дія» й електронні підписи, роблять перехід на електронний документообіг доступним навіть для невеликих агентств.

Мета дослідження. Створення веб-сайту, який допоможе агентству нерухомості ефективно обробляти документи, організувати взаємодію між співробітниками та зберігати дані в безпечному середовищі. Відсутність центральної системи часто призводить до втрати даних, дублювання інформації та затримок у затвердженні документів.

Завдання дослідження.

- Аналіз існуючих рішень для автоматизації документообігу, порівняння, вибір ключових функцій.

- Визначення основних функцій і вимог до системи, базуючись на наявних рішеннях і функціях які мають подібні системи.
- Розробка веб-орієнтованої інформаційної платформи для автоматизації системи управління документами в агентстві нерухомості.
- Аналіз виконаних результатів, проведення тестування платформи, написання висновків.

Об'єкт дослідження. Електронний документообіг в агенціях нерухомості.

Предмет дослідження. Методи та засоби розробки веб-платформи документообігу.

Методи дослідження. Аналіз наукових джерел, порівняння сучасних веб-технологій, створення прототипів, програмна реалізація та тестування.

Практичне значення. Розроблена система «RealEstateFlow» забезпечує електронний обіг документів, контроль прав доступу, збереження історії змін і генерацію звітів. Платформа може бути використана як основа для впровадження у малих і середніх агентствах нерухомості для підвищення ефективності їх роботи і та автоматизації більшості процесів.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СИСТЕМ НА РИНКУ

1.1 Методи дослідження:

Для початку треба визначитися з методами дослідження для ефективного аналізу наявних рішень.

У дослідженні будуть використовуватися такі теоретичні методи як аналіз і порівняння. Аналіз передбачає вивчення існуючих платформ для документообігу та потреб користувачів, що дозволяє зрозуміти, які рішення працюють ефективно і що потребує вдосконалення. Порівняння використовується для оцінки розробленої платформи відносно конкурентних рішень з метою визначити її сильні сторони.

Також емпіричний метод тестування. Тестування застосовується для перевірки роботи створеної платформи у реальних умовах, щоб переконатися у правильності, безпечності та стабільності її функціонування.

Ці методи допоможуть зрозуміти, які рішення потрібні для створення платформи, протестувати її на практиці та впевнитися, що вона вирішує проблеми користувачів. Для пошуку інформації про наявні рішення будуть використовуватися такі дані як УДК, ключові слова і тощо.

1.2 Класифікація теми дослідження за кодами УДК

УДК - це система, яка допомагає організовувати і класифікувати різні знання, книги, статті та інші документи за темами. Вона використовує числа для того, щоб кожна тема мала свій власний код.

До УДК кодів визначеної кваліфікаційної роботи можна віднести

1) 004.4 - Програмування, розробка програмного забезпечення.

Цей код охоплює всі аспекти проектування та розробки програмного забезпечення, включаючи веб-платформи для автоматизації документообігу.

2) 651.9 - Управління документацією, документообіг.

Цей код включає теми, пов'язані з автоматизацією процесів документообігу, організацією зберігання, обробки та обміну документами в компаніях або агенціях.

3) 65.01 - Інформаційні технології в управлінні бізнесом.

Веб-платформа для документообігу є частиною інформаційної системи для управління підприємством, тому цей код також є доречним для опису об'єкта дослідження.

4) 332.1 - Нерухомість (з питань управління, продажу, оренди).

Даний код можна застосувати до аспектів застосування технологій у сфері нерухомості, включаючи управління документацією, що стосується угод з нерухомістю.

1.3 Аналіз існуючих інформаційних систем документообігу

Пошук літературних джерел виконувався за допомогою загальнодоступних пошукових сервісів Google та Bing, а також через спеціалізовані наукові платформи. Ключові слова та запити формувалися на основі теми магістерської роботи та відповідних класифікаційних кодів УДК.

Для пошуку наукових статей використовувалися запити англійською мовою, зокрема «document management system in real estate agencies», «web platform for document management», «automation of document flow in real estate», а також запит за класифікаційним кодом УДК 004.4, що стосується веб-розроблення.

У пошуку книг і монографій застосовувалися запити, пов'язані з розробленням інформаційних систем та документних платформ, зокрема «book on web development for document management», «monograph on document management systems» та «information systems in real estate».

Пошук авторефератів дисертацій охоплював запити на кшталт «dissertation on document management systems» та «автореферат автоматизація документообігу», що дозволяло виявити дослідження, близькі до тематики роботи.

Окремо проводився пошук за кодами УДК, зокрема 004.4 (програмування та веб-розроблення) і 651.9 (документообіг та управління документацією).

Для аналізу публікацій у наукових журналах використовувалися запити «journal article document management systems in real estate» та «automation of document flow in real estate agencies».

Застосування різних груп ключових слів і пошукових запитів дозволило охопити публікації різних типів та забезпечити репрезентативність добірки джерел. Метою пошуку є знаходження патентів, що стосуються предмету, об'єкту та напрямку дослідження в області автоматизації документообігу та інформаційних систем, зокрема для агенцій нерухомості. Пошук буде орієнтований на останні патенти та класи винаходів, що відповідають досліджуваній темі, а також визначення додаткових кодів УДК для поглибленого пошуку.

Під час пошуку було проаналізовано низку програмних рішень, наукових робіт та прикладних систем у сфері електронного документообігу, а також інформаційних систем для нерухомості [1–14].

Проміжний висновок: Пошукові результати свідчать, що автоматизація документообігу, зокрема в агентствах нерухомості, є актуальною темою як у міжнародному, так і в українському науковому та прикладному середовищі. Виявлені публікації охоплюють різні аспекти: теоретичні підходи до побудови інформаційних систем, архітектурні моделі веб-платформ, особливості автоматизації документообігу та практичний досвід інтеграції таких рішень у реальні бізнес-процеси. Найбільше релевантних матеріалів було знайдено на сайті sis.nipro.gov.ua, переважно щодо ринку нерухомості. Водночас джерела за кодами УДК 332.33 та 004.89 виявилися менш корисними через обмежений зв'язок із темою роботи.

Аналіз наявних досліджень показує, що існує помітний інтерес до розробки програмних архітектур, моделей автоматизації та інтеграції інформаційних систем у діяльність агентств нерухомості. Разом з тим можна зробити висновок, що тема автоматизації документообігу залишається недостатньо висвітленою та має значний потенціал для подальшого розвитку і впровадження сучасних технологічних рішень.

Додатковий огляд патентних джерел підтверджує активний розвиток веб-платформ, сервісів перевірки документів, інструментів інтеграції та засобів проектної взаємодії [15–19].

Для додаткового пошуку інформації використано європейську патентну базу Espacenet (https://worldwide.espacenet.com/?locale=en_EP). Цей ресурс містить велику кількість патентних документів та надає дані про класифікаційні коди, дати публікації, пріоритети та інші бібліографічні відомості. На відміну від загальних наукових пошукових систем, Espacenet дозволяє формувати більш точні та деталізовані описи завдяки структурованій інформації про патенти.

Пошук у базі Espacenet дозволив виявити кілька актуальних патентних документів, що відповідають ключовим словам і класифікаційним кодам УДК та мають безпосередній зв'язок із темою магістерської роботи. Серед них варто відзначити патент, присвячений системі перевірки документів і контролю торгових операцій, а також розробку інформаційної веб-платформи для автоматизованої підготовки проектної документації. Обидва документи демонструють актуальні підходи до організації документообігу та підтверджують важливість розвитку цифрових рішень у цій сфері.

Крім того, планується виконати пошук матеріалів у популярному сервісі для публікації наукових робіт ResearchGate (<https://www.researchgate.net>), що дозволить розширити коло джерел і знайти новітні дослідження з тематики електронного документообігу.

Додатковий пошук виконано на платформі ResearchGate, що дозволило розширити коло джерел та визначити новітні дослідження, присвячені електронному документообігу, алгоритмам його автоматизації, застосуванню блокчейн-технологій, а також питанням діяльності агентств нерухомості у цифровому середовищі [20–30].

До найбільш відповідних джерел по суті можна віднести – «Основні вимоги до сучасних систем електронного документообігу» і «Діджиталізація документообігу».

Проміжний висновок: Пошук на ResearchGate дав багато корисних матеріалів щодо автоматизації документообігу, зокрема у сфері нерухомості та бібліотечної справи. Найбільше знайшлося статей про електронні системи документообігу, їх вимоги та процеси цифровізації. Також були знайдені роботи, що розглядають математичні моделі та алгоритми для поліпшення цих систем. Виявлені джерела будуть використані для подальших досліджень і пошуків.

Додатковий огляд існуючих систем документообігу показав, що серед найпоширеніших рішень можна виокремити кілька ключових продуктів, актуальних для порівняння: хмарну систему для підписання та обміну документами Вчасно.ЕДО, корпоративну СЕД державного рівня АСКОД, онлайн-сервіс Document.Online та корпоративний комплекс внутрішнього документообігу BAS Документообіг. Усі ці системи спрямовані на універсальний документообіг і не містять галузевої адаптації для сфери нерухомості. Це підкреслює актуальність створення спеціалізованої інформаційної веб-платформи для агентств нерухомості, яка враховує особливості операцій з об'єктами, клієнтами та угодами.

По знайденим результатам можна провести аналіз виконаного пошуку, аналіз тенденцій а також порівняння мого продукту з наявними роботами:

Темою обрано автоматизацію документообігу в агенціях нерухомості, оскільки традиційне управління документами (наприклад, паперове ведення) є повільним і неефективним. Розробка інформаційної веб-платформи допоможе зробити ці процеси швидшими та зручнішими.

Значення проектування інформаційної веб-платформи для документообігу: Впровадження такої системи дає змогу зменшити ручну працю, прискорити обробку документів, покращити безпеку та мінімізувати ризик помилок. Також, така система може бути інтегрована з іншими частинами роботи агенції, як управління клієнтами або фінансовими транзакціями.

Метою є аналіз публікацій і досліджень на тему автоматизації документообігу в сфері нерухомості, а також оцінка тенденцій і напрямків розвитку таких систем.

Для пошуку наукових статей та досліджень використовувалися англomовні запити, які дали змогу виявити основні напрями автоматизації документообігу у сфері нерухомості. Під час пошуку застосовувалися ключові фрази, зокрема «information system real estate agency document management», «web platform document flow real estate», «automation of document flow real estate agency», «real estate information systems» та «document management system in real estate». Використання цих запитів дозволило знайти релевантні публікації, що висвітлюють сучасні підходи до організації електронного документообігу в агентствах нерухомості.

Ці запити допомогли знайти статті, дослідження та розробки на тему автоматизації документообігу, що стосуються нерухомості, і дозволили зробити висновки щодо розвитку цієї теми.

1.4 Аналіз тенденцій розвитку веб-платформ документообігу

Аналіз наукових публікацій дає змогу простежити, як змінювався рівень зацікавленості темою автоматизації документообігу та впровадження веб-платформ у цій сфері протягом останніх десятиліть. Дослідження з цієї тематики почали з'являтися наприкінці ХХ століття, однак наукова активність у цій галузі тривалий час залишалася низькою. Лише з розвитком цифровізації бізнес-процесів, упровадженням електронного підпису та появою сучасних хмарних технологій інтерес до автоматизованих систем керування документами істотно зріс.

Загальна динаміка кількості публікацій свідчить про поступове розширення кола дослідників, які займаються проблемами електронного документообігу, безпеки даних та оптимізації роботи організацій за рахунок використання веб-орієнтованих платформ. Особливо помітним є період швидкого зростання публікацій після 2020 року, що збігається з активною фазою цифрової трансформації державного і приватного секторів, а також зі збільшенням попиту на віддалені сервіси обробки інформації

На рисунку 1.1 наведено узагальнену динаміку змін кількості знайдених наукових праць, що дозволяє оцінити загальний стан досліджень у цій сфері.



Рисунок 1.1 – Динаміка кількості публікацій за роками

Висновок за графіком публікацій рисунок 1.1 показує виразну динаміку змін у дослідженнях, присвячених автоматизації документообігу в агентствах нерухомості. Упродовж 1994–2018 років кількість публікацій залишалася стабільною та незначною, переважно на рівні однієї роботи на рік. Це може свідчити про обмежений науковий інтерес до вузької тематики або про те, що дослідження проводилися в ширших предметних галузях, без акценту саме на документообігу в нерухомості.

Починаючи з 2019 року спостерігається поступове зростання кількості наукових праць, що може бути пов'язано з актуалізацією теми цифрової трансформації та розширенням застосування інформаційних систем у бізнес-процесах агентств. Найбільш інтенсивне збільшення кількості публікацій припадає на 2021–2024 роки. Така тенденція пояснюється стрімким розвитком сучасних технологій, зокрема хмарних сервісів, інтегрованих платформ, систем цифрового підпису та інструментів автоматизації. Крім того, посилення конкуренції на ринку нерухомості стимулює агенції впроваджувати інновації, що природно підвищує науковий інтерес до цієї теми.

1.4.1 Оцінка тенденцій за темами досліджених статей

Аналіз наукових публікацій за 2017–2023 роки дозволив виокремити кілька ключових тематичних напрямів розвитку цифрових систем та платформ для документообігу.

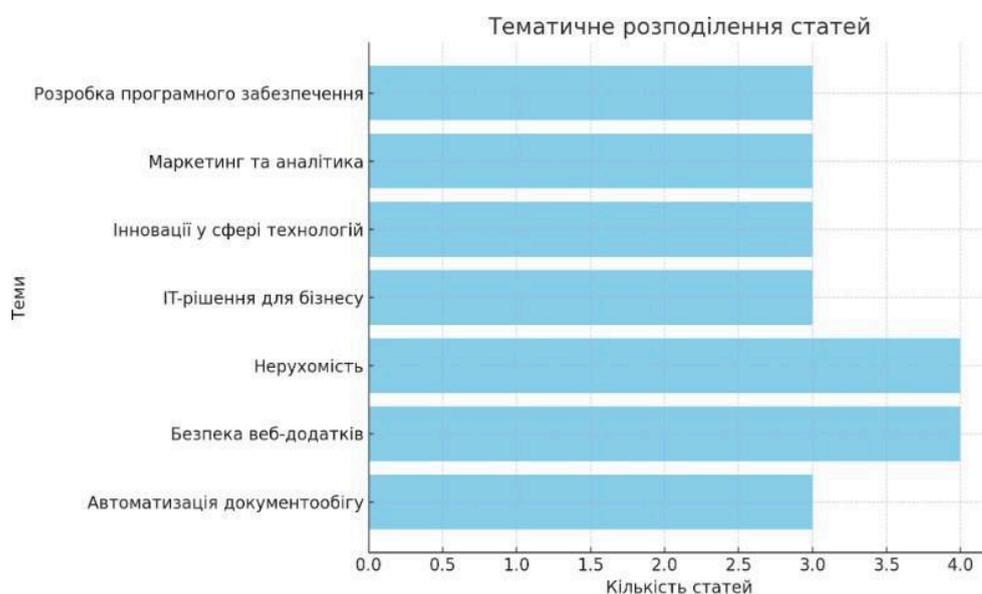


Рисунок 1.2 – Тематичне розподілення статей за напрямками дослідження

Однією з провідних тенденцій є зростання інтересу до автоматизації бізнес-процесів та цифровізації документообігу. Упродовж 2017–2022 років активно впроваджувалися електронні системи управління документами, а також технології штучного інтелекту, спрямовані на оптимізацію рутинних операцій.

З 2019 року спостерігається інтенсивний розвиток інноваційних технологій в управлінні, зокрема рішень на основі блокчейну, інструментів перевірки академічної доброчесності та платформ, орієнтованих на сферу нерухомості. До 2023 року такі системи стали більш адаптованими до практичних потреб бізнесу та державного сектору.

У 2020–2023 роках значно зріс акцент на питаннях безпеки даних. Дослідження спрямовані на створення захищених середовищ для зберігання конфіденційної інформації, зменшення ризиків несанкціонованого доступу та впровадження криптографічних механізмів.

Ще однією важливою тенденцією є персоналізація цифрових рішень. Протягом 2018–2023 років активно розроблялися платформи з інтуїтивними інтерфейсами, адаптованими до потреб користувачів різних галузей, зокрема освіти та нерухомості.

У 2017–2023 роках піднімалися питання етичних і правових аспектів цифровізації: прозорість операцій, захист персональних даних, нормативне забезпечення впровадження ЕДО.

Окрему групу становлять розробки, пов'язані зі сферою нерухомості. З 2019 року активно створюються спеціалізовані системи для управління майном, купівлею-продажем, орендою та обліком об'єктів.

1.4.2 Основні функціональні можливості сучасних платформ документообігу для агентств нерухомості

На основі аналізу публікацій можна виокремити ключові функції, характерні для сучасних веб-платформ у цій сфері.

По-перше, важливим напрямом є автоматизація процесів документообігу, яка включає прискорення створення, перевірки, підписання та обліку документів, зменшення кількості ручних операцій та використання типових шаблонів для договорів і угод.

По-друге, сучасні системи забезпечують інтеграцію з іншими сервісами, такими як CRM, фінансові та бухгалтерські модулі, що дає змогу централізувати дані та синхронізувати інформаційні потоки.

Третім важливим аспектом є забезпечення безпеки та конфіденційності, що передбачає застосування хмарних технологій, доступ за ролями, електронний підпис, шифрування даних та інші механізми захисту.

Також значну роль відіграють аналітичні інструменти, які дозволяють відстежувати статуси документів, формувати звіти та контролювати виконання операцій.

Крім того, сучасні платформи орієнтовані на дистанційну роботу, забезпечуючи зручний онлайн-доступ для співробітників та клієнтів.

Останнім важливим напрямом є персоналізація, яка полягає в адаптації інтерфейсу та функціоналу до специфіки окремих агентств нерухомості, а також підтримці роботи через різні пристрої й канали взаємодії.

1.5 Порівняння розроблюваної платформи з існуючими рішеннями

Для визначення місця «RealEstateFlow» серед існуючих цифрових рішень проведено порівняння з ключовими системами, що використовуються на українському ринку.

Таблиця 1.1 – Порівняння основних функцій між моєю системою і популярними рішеннями в Україні

Критерій	Вчасно.ЕДО	АСКОД	Document. Online	BAS Документообіг	RealEstateFlow
Орієнтація	Універсальна	Держсектор	Універсальна	Внутрішній документообіг	Агенції нерухомості
Підписання	КЕП, Дія підпис	КЕП	КЕП	КЕП	КЕП
Журнал аудиту	Є	Є	Є	Є	Розширений, SHA-256б, блокчейн
Архівація	Є	Є	Є	Є	Є
Технології	SaaS	Клієнт – сервер	SaaS	Клієнт–сервер	Angular, Spring Boot, PostgreSQL

Унікальні особливості «RealEstateFlow»: Моя платформа створена спеціально для роботи агентств нерухомості. Вона працює з об'єктами, клієнтами, угодами та їхніми документами, враховуючи реальні бізнес-процеси ріелторів. Система побудована на сучасних технологіях (Angular, Spring Boot), тому працює швидко, стабільно та безпечно.

Документи захищені шифруванням (AES), хешуванням (SHA-256), журналом дій та можливістю блокчейн-фіксації.

Платформа підтримує повний цикл роботи з документами, такий як створення, узгодження, підписання, архівування документів.

У платформі є розумний контроль версій: зберігаються всі зміни документа, можна повернутися до попередньої версії, а журнал змін формується автоматично.

Пошук документів - розширений і швидкий: можна знайти інформацію за словами, тегами, категоріями і інше.

Інтерфейс платформи адаптивний та персоналізований - вигляд і функції залежать від ролі користувача, в подальшому є можливість інтеграції з CRM та іншими системами.

Загалом «RealEstateFlow» забезпечує високий рівень безпеки, зручності та автоматизації, яких бракує більшості існуючих систем.

1.6 Наукова новизна і практичне значення дослідження

Доведення виконання поставлених цілей роботи здійснювалося шляхом застосування системного підходу, відповідного інструментарію наукового дослідження та аналізу тенденцій розвитку галузі.

У ході роботи було проведено комплексний аналіз проблеми автоматизації документообігу, досліджено потреби агентств нерухомості, сучасні тенденції цифровізації та наявні рішення на ринку. Це дозволило сформувати логічну структуру дослідження та визначити послідовність виконання етапів – від формування завдань і збору матеріалів до розроблення та тестування власної інформаційної веб-платформи.

У процесі дослідження були використані методи аналізу наукових джерел, класифікації матеріалів за тематичними напрямками (автоматизація, безпека, хмарні технології, персоналізація), а також методи графічного представлення результатів, що дало змогу візуалізувати динаміку розвитку веб-платформ документообігу за роками.

Актуальність теми було обґрунтовано через виявлені проблеми традиційних систем роботи з документами, зростання ролі цифрових рішень у бізнесі та



швидкий розвиток сучасних технологій, зокрема хмарних сервісів, систем безпеки, штучного інтелекту й блокчейну. Визначено мету дослідження, якою є розробка сучасної інформаційної веб-платформи документообігу для агентств нерухомості, а також окреслено об'єкт та предмет дослідження, що стосуються систем та процесів автоматизації документообігу.

На основі аналізу публікацій і практичних розробок встановлено ключові тенденції розвитку напрямку, серед яких: посилення автоматизації бізнес-процесів, зростання вимог до інформаційної безпеки, інтеграція технологій штучного інтелекту, персоналізація інтерфейсів та широке впровадження хмарних обчислень як основи для масштабованих та доступних систем.

Отримані результати підтверджують досягнення всіх поставлених цілей та забезпечують наукове й практичне обґрунтування розробленої платформи.

1.7 Висновки до розділу 1

Проведений аналітичний огляд показує, що хоча на ринку існує значна кількість систем електронного документообігу, жодна з них не орієнтована на специфічні процеси агентств нерухомості. Розроблювана платформа «RealEstateFlow» заповнює цю нішу завдяки поєднанню сучасних веб-технологій, високого рівня безпеки, підтримці підписання документів та інтеграції з галузевими бізнес-процесами, що робить «RealEstateFlow» конкурентоспроможним та унікальним рішенням для digital-трансформації ринку нерухомості.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ

2.1 Системотехнічне обґрунтування

Проектування інформаційної веб-платформи документообігу здійснено з урахуванням сучасних вимог до безпеки, розширюваності, зручності користування та можливості подальшого масштабування. Архітектура системи базується на багаторівневому підході, який передбачає чітке розділення обов'язків між окремими логічними компонентами. Такий підхід дозволяє забезпечити незалежність компонентів, гнучкість у розробці та обслуговуванні, підвищення надійності системи в цілому.

Основна архітектура розробленої інформаційної веб-платформи складається з кількох взаємопов'язаних підсистем, що забезпечують повноцінну роботу сервісу від користувацького інтерфейсу до зберігання та захисту даних.

Клієнтський рівень реалізовано засобами Angular. Він відповідає за взаємодію користувача з системою через браузер та забезпечує відображення основних функцій: авторизацію і автентифікацію, перегляд та пошук документів, роботу з профілем користувача. Оновлення інтерфейсу виконується у реактивному режимі завдяки бібліотеці RxJS, що підвищує швидкість та зручність роботи.

Серверний рівень побудований на Spring Boot і виконує обробку запитів від клієнтського застосунку, реалізує бізнес-логіку та координує взаємодію між компонентами системи. До його структури входять контролери REST, сервіси обробки документів, модуль автентифікації на основі JWT, інтеграція з електронним цифровим підписом, а також механізми фіксації хешів документів і змін, що передаються до окремого модуля реєстрації транзакцій.

Рівень зберігання даних представлений реляційною базою PostgreSQL. Структура даних нормалізована відповідно до вимог базового моделювання, що передбачає використання окремих таблиць для користувачів, документів, історій змін, журналів доступу та транзакцій. Система підтримує транзакційність, складні зв'язки між сутностями та індексацію полів для пришвидшення пошуку.



Окремий модуль відповідає за реєстрацію транзакцій у блокчейні. Він фіксує ключові події, пов'язані з документами, у незмінному реєстрі, що забезпечує цілісність, прозорість та неможливість модифікації історії записів. Це підвищує рівень довіри до системи та дозволяє використовувати її у юридично значущих процесах.

Сервіс цифрового підпису забезпечує взаємодію з зовнішніми або внутрішніми API для підтвердження особистості користувача та отримання електронного підпису у вигляді закодованого значення. Підписані дані зберігаються у базі разом із відповідним хешем документа та записами про зміну його стану.

Механізм контролю доступу побудований на рольовій моделі. Кожна роль має власні дозволи на читання, редагування, підписання, блокування документів або перегляд журналу дій, що забезпечує захист даних та чітке розмежування повноважень.

Підсистема ведення журналу та моніторингу фіксує всі дії користувачів, включно з часом події, типом операції, ідентифікатором документа та IP-адресою. Це дозволяє контролювати безпеку, виявляти підозрілі дії, проводити аудит і розслідування можливих інцидентів.

Мотивація вибору технічного стеку базується на відповідності обраних технологій вимогам до масштабованості, безпеки, продуктивності та надійності системи. На клієнтському рівні застосовано Angular, оскільки цей фреймворк дає змогу створювати масштабовані односторінкові вебзастосунки з гнучкою логікою представлення, високою швидкістю та можливістю адаптації до різних типів пристроїв. Як серверну платформу обрано Spring Boot, що забезпечує стабільність роботи, підтримку інтеграцій, розвинені засоби безпеки та можливість ефективного тестування і масштабування.

Для зберігання даних використовується PostgreSQL, яка є реляційною системою керування базами даних з підтримкою транзакцій, складних зв'язків між сутностями та механізмів перевірки цілісності. Такий вибір дозволяє забезпечити

надійність роботи з великими обсягами даних і високу продуктивність при значній кількості одночасних запитів.

У системі також використано технології блокчейн, які дають змогу гарантувати незмінність історії операцій з документами, що має особливе значення для сфери нерухомості, де важлива прозорість та юридична відповідальність кожної дії. Безпека доступу реалізована за допомогою механізмів JWT та рольової моделі RBAC, комбінація яких забезпечує точне розмежування прав користувачів без перевантаження інтерфейсу і збереження високої зручності роботи.

2.2 Методичні підходи до побудови системи

Під час розробки інформаційної веб-платформи документообігу було застосовано методичні підходи, спрямовані на створення зручної, безпечної та ефективної системи. Основну увагу приділено аналізу потреб користувачів, розробці структури платформи, вибору технологій і правильній організації процесу розроблення.

У межах системного підходу платформа розглядалася як єдина структура, що складається з інтерфейсу користувача, серверної логіки, бази даних та окремих модулів безпеки. На початковому етапі було вивчено потреби агентств нерухомості, проаналізовано типові операції роботи з документами, такі як створення, пошук, редагування та підписання, що дозволило визначити функціональні вимоги до системи.

Важливою частиною роботи стало моделювання функцій. Було підготовлено описи користувацьких сценаріїв, які характеризують ключові операції взаємодії з платформою. На їх основі створено блок-схеми, що допомогли сформулювати логічну структуру роботи застосунку. Окрім цього, було змодельовано структуру бази даних і визначено зв'язки між основними сутностями, серед яких користувач, документ, транзакція та підпис.

Питанням безпеки приділено особливу увагу. Система проектувалася як комплексне безпечне рішення з урахуванням декількох важливих механізмів.

Зокрема, було реалізовано рольову модель доступу, що визначає права користувачів залежно від їхніх обов'язків. Документи підписуються цифровими засобами, що забезпечує їх юридичну значущість. Для захисту інформації застосовано шифрування, а фіксація змін у блокчейні гарантує неможливість підробки історії. Додатково передбачено журналювання всіх дій користувачів, що створює можливість контролю й аналізу подій.

Алгоритмізація функцій системи також була одним із ключових етапів. Для основних операцій, таких як завантаження документа, підписання через зовнішній сервіс, пошук за різними критеріями та перевірка доступу, було розроблено покрокові алгоритми і відповідні схеми, що візуалізують послідовність дій як з боку користувача, так і з боку системи.

Організація роботи над проектом відбувалася поетапно з використанням гнучкої моделі розроблення. Спочатку створювалися базові версії функцій, після чого поступово додавалися більш складні компоненти, такі як цифровий підпис, блокчейн і пошукові механізми. Кожен етап супроводжувався тестуванням і вдосконаленням реалізованого функціоналу. У процесі розроблення застосовувалися система контролю версій Git, автоматичні тести та регулярне резервне копіювання, що забезпечило стабільність і надійність проекту.

2.3 Функціональна структура системи

Функціональна структура інформаційної веб-платформи передбачає поділ усіх можливостей системи на логічні категорії. Це дозволяє краще зрозуміти, як організована система, за що відповідає кожен модуль і як вони взаємодіють між собою. Така структуризація також сприяє зручному масштабуванню і підтримці платформи. Далі таблиця 2.1 в якій вказано які функції підтримує система

Таблиця 2.1 – Таблиця підтримки функцій системи

Категорія:	Функції:
Документообіг	Відповідає за створення, редагування, перегляд, завантаження та архівацію документів у системі.

Категорія:	Функції:
Безпека	Реалізує шифрування документів, підписання цифровим підписом, захист API та контроль за доступом.
Користувачі	Забезпечує реєстрацію, авторизацію, зміну профілю, управління ролями та налаштування облікових записів.
Блокчейн	Фіксує важливі події (створення, підпис, редагування документів) у незмінному захищеному реєстрі.
Аналітика	Дозволяє формувати звіти про документообіг, активність користувачів та перегляд змін.
Пошук	Дає змогу знаходити документи за ключовими словами, фільтрами, тегами або автором, з урахуванням прав доступу.

Схема взаємодії між категоріями: Система функціонує як цілісна мережа взаємопов'язаних компонентів, де кожен модуль виконує власні завдання, але водночас постійно взаємодіє з іншими елементами платформи. Процес роботи починається з користувача, який працює з інтерфейсом клієнтської частини та надсилає запити, пов'язані із завантаженням документів, переглядом списків або виконанням будь-яких інших дій. Усі запити передаються на серверну частину, де відбувається перевірка автентичності та прав доступу відповідно до рольової моделі.

Якщо користувач має відповідні дозволи, сервер виконує необхідну операцію: створює новий документ, забезпечує його перегляд або редагування, або ініціює процедуру підписання через сервіс цифрового підпису. Під час виконання таких дій система фіксує кожну зміну не лише у внутрішній базі даних, але і в модулі блокчейн, де формується незмінний запис у розподіленому реєстрі.



Паралельно з цим створюється запис у системі журналювання, що дозволяє відстежувати, хто саме виконав дію, коли це сталося та до якого документа вона стосувалася.

Пошук документів також є частиною взаємодії між компонентами. Під час пошукового запиту сервер звертається до бази даних, перевіряє права доступу до кожного знайденого документа, здійснює фільтрацію та сортування результатів і повертає їх на клієнтську частину для відображення. Отримані у такий спосіб дані можуть бути використані модулем аналітики для формування звітності та оцінки ефективності роботи системи.

Усі модулі платформи працюють узгоджено: система безпеки розмежує рівні доступу, модулі документообігу відповідають за роботу з файлами та їхніми статусами, блокчейн забезпечує незмінність критичних даних, журнал дій фіксує всі події, а механізми аналітики дозволяють узагальнювати та використовувати ці дані для подальшого аналізу. Таким чином, кожен компонент підтримує роботу інших, формуючи єдину та ефективну платформу документообігу.

2.4 Порівняння архітектурних рішень

Перед початком розроблення інформаційної веб-платформи було розглянуто кілька архітектурних рішень, що відрізнялися за продуктивністю, безпекою, масштабованістю та складністю впровадження. Для обґрунтування вибору технологічного стеку виконано порівняльний аналіз можливих варіантів.

Оцінювання здійснювалося за основними критеріями. Продуктивність визначає швидкість обробки запитів і стабільність роботи під навантаженням. Безпека охоплює наявність механізмів захисту й підтримку сучасних протоколів. Масштабованість відображає здатність системи розширюватися та інтегруватися з іншими сервісами. Додатково враховувалися складність реалізації, швидкість розробки та рівень підтримки спільноти, що включає документацію й готові бібліотеки.

Узагальнення результатів аналізу в таблиці 2.2 підтвердило доцільність вибору стеку Angular, Spring Boot та PostgreSQL як оптимального рішення для створення надійної інформаційної веб-платформи.

Таблиця 2.2 – Порівняння архітектур які можуть використовуватися в дослідженні

Критерій	Java + Angular (обраний)	Python + Django + React	PHP + Laravel + Vue
Продуктивність	Висока	Висока	Середня
Безпека	Висока (JWT, RBAC, Spring Sec.)	Висока (Django Auth, HTTPS)	Середня (потрібна ручна настройка)
Масштабованість	Висока	Середня	Середня
Складність	Середня/висока	Середня	Низька
Швидкість розробки	Середня	Висока	Висока
Гнучкість UI	Висока (Angular Material)	Висока (React UI)	Середня (більше шаблонів)
Підтримка	Широка підтримка від спільноти	Висока	Висока
Підтримка блокчейну/ЕЦП	Так (через Java-бібліотеки)	Можливо (через сторонні модулі)	Обмежено (через кастомну інтеграцію)

Висновок до вибору архітектури проекту: На основі порівняльного аналізу було обрано стек Java + Angular + PostgreSQL, як оптимальне рішення для реалізації захищеної, масштабованої та надійної системи з можливістю інтеграції цифрового підпису та блокчейн-модуля, а також для зручності роботи і рівнем знайомості з архітектурами. Незважаючи на дещо вищу складність у розробці порівняно з Python або PHP-орієнтованими підходами, обраний варіант дає значні переваги в довгостроковій підтримці, стабільності та адаптації до вимог бізнесу.

2.5 Алгоритмічне вирішення задачі

Алгоритмічна частина визначає послідовність дій, які виконує система під час обробки документа користувачем. Узагальнений алгоритм роботи веб-платформи полягає у тому, що користувач спочатку відкриває вебдодаток і проходить авторизацію, вводячи відповідні облікові дані. Після входу він може створити новий документ або завантажити наявний, додаючи опис та необхідні метадані для подальшого пошуку і класифікації.

Перед збереженням система здійснює автоматичне шифрування документа за алгоритмом AES. Паралельно формується хеш за допомогою SHA-256, який використовується як унікальний ідентифікатор та засіб перевірки цілісності. Отриманий хеш передається до блокчейн-модуля, де фіксується як запис у розподіленому реєстрі, що унеможлиблює зміну документа без відповідної позначки.

Після цього зашифрований документ зберігається в базі даних, а його метадані заносяться до окремих таблиць. Система створює запис у журналі подій, у якому фіксуються дії користувача, зокрема створення, редагування або підписання документа. Після завершення всіх етапів користувач отримує повідомлення про успішне збереження і може переглянути документ у відповідному списку.

Блок-схема алгоритму підписання документа.

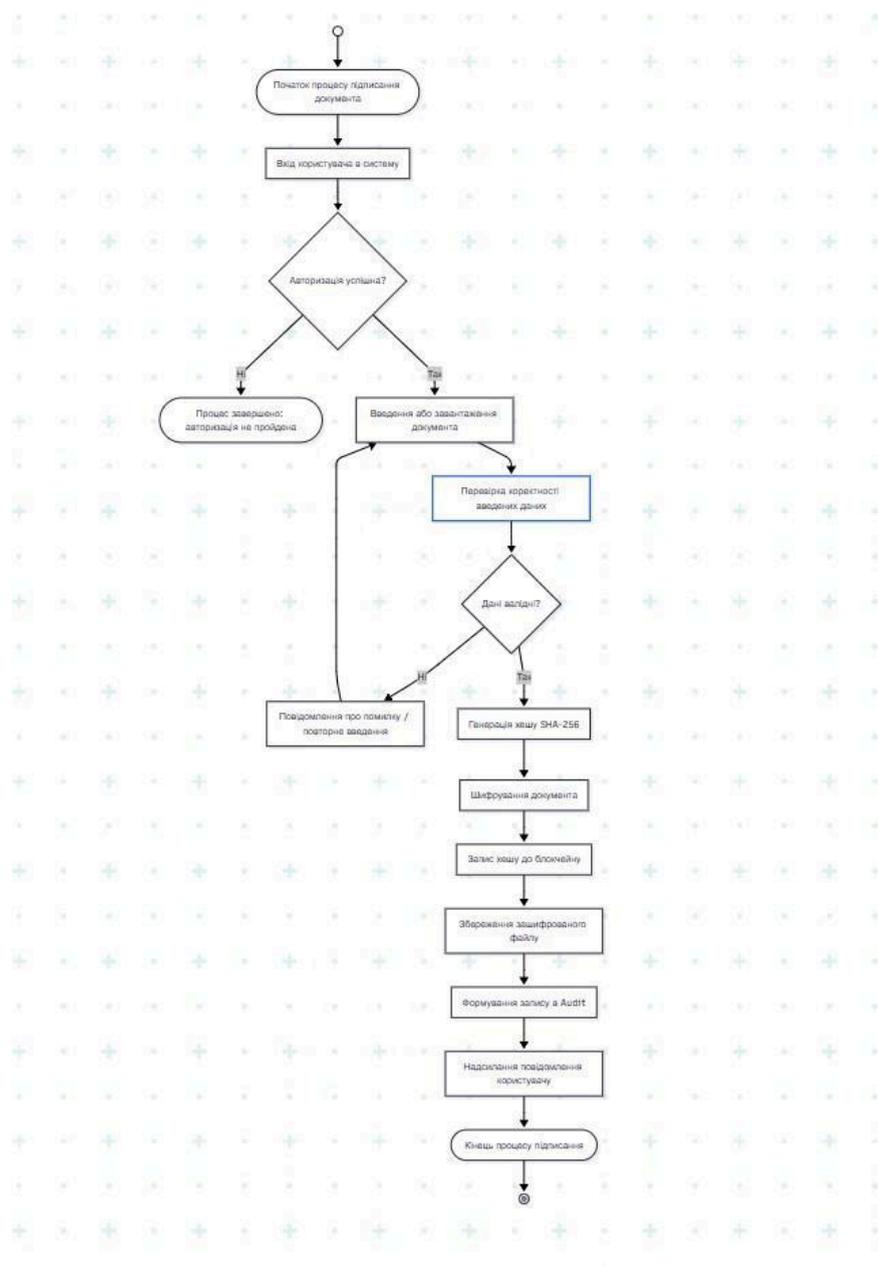


Рисунок 2.1 – Узагальнена блок-схема алгоритму обробки документа у системі «RealEstateFlow»

На блок-схемі рисунок 2.1. зображено послідовність дій під час створення та обробки документа в системі «RealEstateFlow». Кожен етап має окремий логічний модуль, що спрощує владодження та підтримку програми.

2.6 Результати програмної реалізації

Загальна характеристика системи: Результатом розробки став прототип інформаційної веб-платформи документообігу «RealEstateFlow», створеної для

автоматизації роботи агентства нерухомості.

Система реалізує повний цикл роботи з документами - від створення та зберігання до підпису, перевірки автентичності, аудиту та аналітики.

Основні цілі реалізації:

- 1) зменшення кількості ручних операцій у документообігу;
- 2) забезпечення юридично значущого електронного підпису;
- 3) унеможливлення несанкціонованих змін завдяки блокчейн-фіксації;
- 4) підвищення прозорості та безпеки процесів.

Програмна платформа складається з трьох рівнів:

- 1) Клієнтська частина (Front-end, Angular) – інтерфейс користувача, SPA-додаток з реактивним оновленням даних;
- 2) Серверна частина (Back-end, Spring Boot) – логіка бізнес-процесів, авторизація, підпис, шифрування;
- 3) Рівень даних (Data Layer, PostgreSQL + Blockchain) – база даних користувачів, документів, підписів, транзакцій і журналів.

Архітектурна структура проекту реалізована відповідно до патерну Model–View–Controller (MVC) та принципів Service-Oriented Architecture (SOA). Кожен компонент має чітко визначену відповідальність, що підвищує масштабованість і спрощує підтримку.

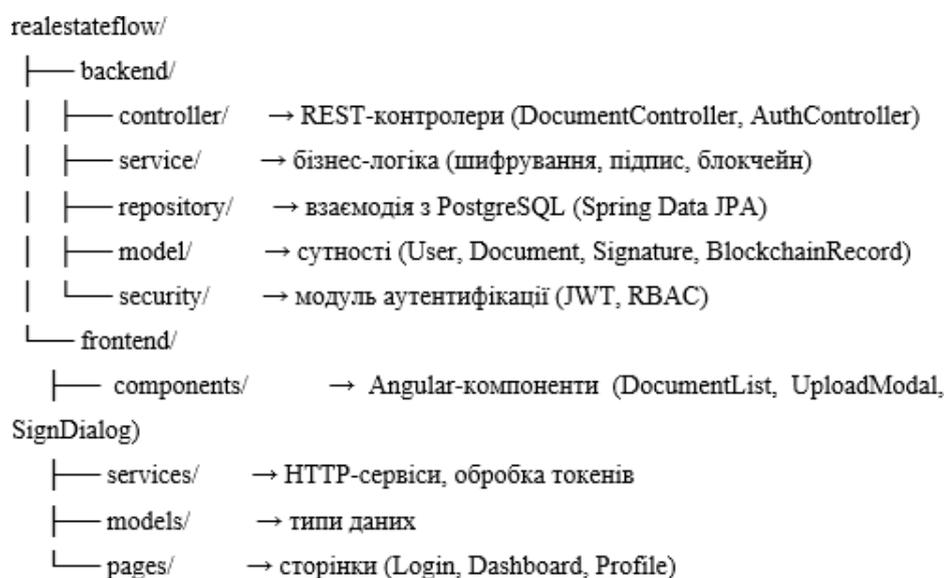


Рисунок 2.2 - Архітектура структури проекту «RealEstateFlow»



Архітектура платформи складається з кількох функціональних модулів, кожен з яких виконує конкретну частину логіки системи. Як видно з рисунка 2.2, до основних компонентів належать модулі автентифікації, документообігу, безпеки, блокчейн-реєстру та журналу подій.

1. Модуль автентифікації та авторизації.

Забезпечує ідентифікацію користувачів та розмежування прав доступу. Реалізований на основі JWT-токенів, підтримує автоматичне оновлення сесії й дозволяє обмежувати доступ залежно від ролі (Admin, Agent, Client).

2. Модуль документообігу.

Відповідає за створення, редагування, перегляд, підписання, пошук, фільтрацію та архівацію документів. Система підтримує роботу з форматами PDF, DOCX, PNG, JPG. Для кожного документа генерується SHA-256-хеш, який використовується для перевірки цілісності.

3. Модуль безпеки.

Здійснює шифрування файлів за алгоритмом AES-256, перевірку електронного підпису та контроль доступу через механізм RBAC. Це гарантує захист даних на всіх етапах обробки документа.

4. Модуль блокчейн-реєстру.

Фіксує ключові події (створення, зміну, підписання документа) у вигляді незмінних записів. Кожний блок містить хеш попереднього, що забезпечує цілісність ланцюга та виключає можливість фальсифікації.

5. Модуль AuditLog.

Веде журнал усіх дій користувачів: тип операції, час виконання, IP-адресу та ідентифікатор документа. Використовується для аудиту, моніторингу та аналізу активності системи.

Для детальнішого опису внутрішньої структури системи була побудована модель класів, наведена на рисунку 2.3. Вона демонструє основні сутності платформи, їхні властивості та взаємозв'язки між ними.

Основні класи системи охоплюють ключові сутності інформаційної веб-платформи. Клас **User** представляє користувача та містить дані про ім'я,

електронну пошту, роль і пароль-хеш. Клас Document описує електронний документ, включаючи його назву, тип, статус, SHA-256-хеш та зашифрований вміст. Об'єкт Signature відповідає за цифровий підпис користувача, який зберігається у форматі Base64. Клас BlockchainRecord використовується для фіксації хешів транзакцій у блокчейн-реєстрі, а AuditLog забезпечує збереження інформації про події та дії користувачів у системі. Підсистема AccessControl реалізує механізм перевірки прав доступу до документів і функціональних можливостей платформи.

Взаємозв'язки між цими класами відображають логіку роботи системи. Один користувач може створювати багато документів, а кожен документ може містити кілька підписів. Для кожного документа формується один відповідний запис у блокчейн-реєстрі, що гарантує незмінність його історії. Крім того, кожна дія користувача створює окремий запис у журналі AuditLog, що забезпечує прозорість та можливість відтворення всіх операцій у системі.

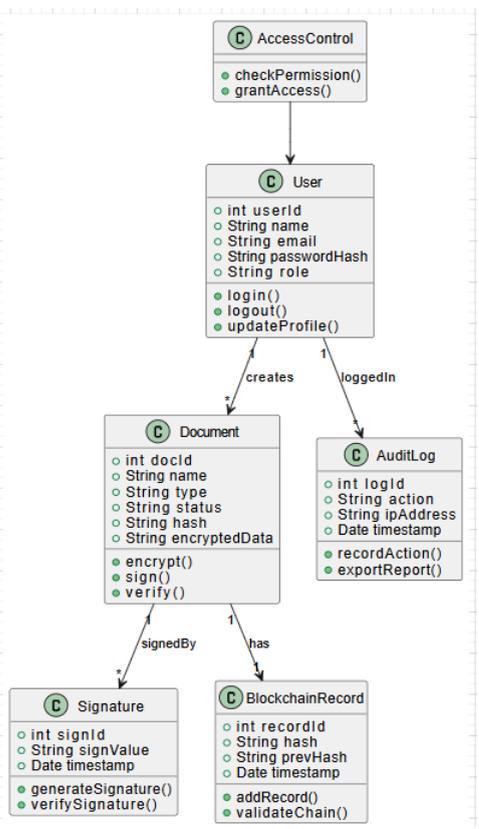


Рисунок 2.3 – Модель класів системи «RealEstateFlow»

Для зберігання даних у системі використовується реляційна база даних PostgreSQL. Структура бази побудована відповідно до вимог третьої нормальної форми (3НФ), що мінімізує дублювання даних та забезпечує логічну цілісність таблиць і зв'язків між ними.

У таблиці 2.3 наведено основні сутності бази даних, їх ключові атрибути та типи зв'язків із іншими об'єктами системи.

Таблиця 2.3 – Структура таблиць бази даних «RealEstateFlow»

Таблиця	Основні поля	Ключові зв'язки
users	user_id (PK), name, email, password_hash, role	1:N → documents, 1:N → audit_log
documents	doc_id (PK), name, author_id (FK), hash, status, encrypted_data, created_at	N:1 → users, 1:N → signatures
signatures	sign_id (PK), doc_id (FK), user_id (FK), sign_value, timestamp	N:1 → documents, N:1 → users
blockchain_records	record_id (PK), doc_id (FK), hash, prev_hash, timestamp	1:1 → documents
audit_log	log_id (PK), user_id (FK), action, doc_id, ip_address, timestamp	N:1 → users

Структурна схема взаємозв'язків між таблицями подана на рисунку 2.4, який відображає логічну модель бази даних та особливості зв'язків між основними сутностями.

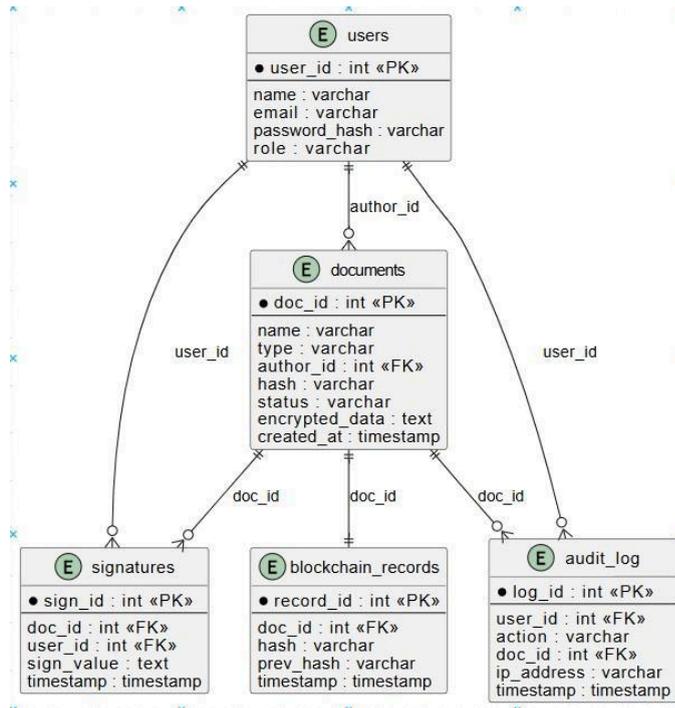


Рисунок 2.4 – Фізична модель бази даних «RealEstateFlow»*Послідовність дій при підписанні документа подано у вигляді моделі діаграми послідовності*

Послідовність взаємодії між основними компонентами системи під час операції підписання документа відображена на рисунку 2.5. Схема демонструє обмін даними між Angular-клієнтом, серверною частиною на Spring Boot, сервісом цифрового підпису, базою даних PostgreSQL, блокчейн-реєстром та журналом AuditLog.

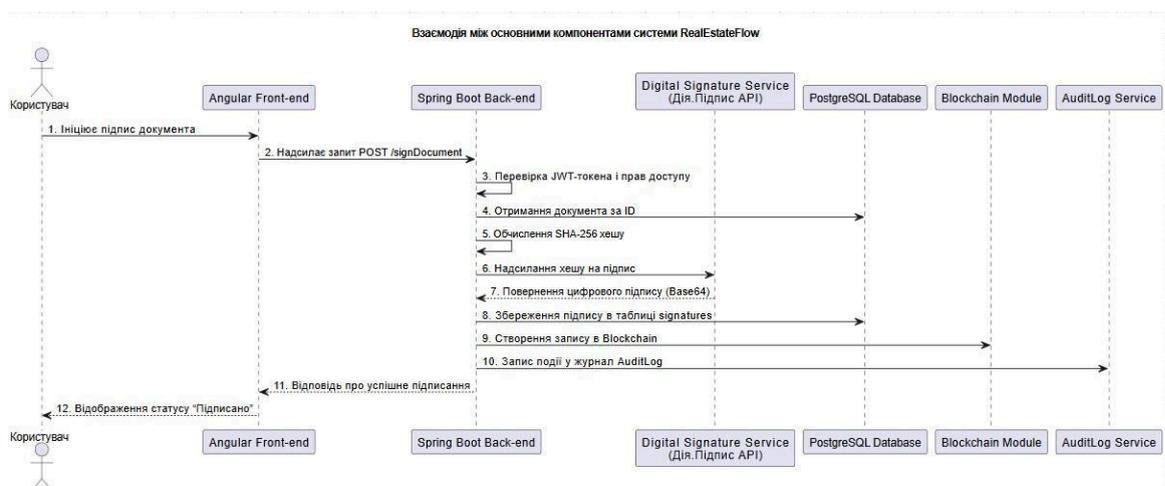


Рисунок 2.5 - Структура взаємодію між основними компонентами: Angular, Spring Boot, Digital Signature Service, PostgreSQL, Blockchain, AuditLog

Під час підписання документа система спочатку перевіряє особу користувача та його права на виконання операції. Після успішної авторизації сервер обчислює SHA-256 хеш документа і передає його до зовнішнього сервісу підписання. Отриманий цифровий підпис зберігається у базі разом із записом у блокчейн та журналом подій. Після завершення обробки користувач отримує повідомлення про успішне підписання.

Нижче наведено окремі фрагменти програмного коду, що демонструють реалізацію ключових механізмів інформаційної веб-платформи.

Метод обробки запиту на авторизацію користувача:

```
@PostMapping("/login")
public ResponseEntity<?> login(@RequestBody LoginRequest request) {
    User user = userService.findByEmail(request.getEmail());
    if (user != null && passwordEncoder.matches(request.getPassword(), user.getPassword())) {
        String token = jwtTokenProvider.createToken(user.getEmail(), user.getRole());
        return ResponseEntity.ok(new AuthResponse(token));
    }
    return ResponseEntity.status(HttpStatus.UNAUTHORIZED).body("Invalid credentials");
}
```

Приклад шифрування документа за алгоритмом AES:

```
public byte[] encryptDocument(byte[] data, SecretKey key) throws Exception {
    Cipher cipher = Cipher.getInstance("AES");
    cipher.init(Cipher.ENCRYPT_MODE, key);
    return cipher.doFinal(data);
}
```

Функція формування нового запису у модулі блокчейн:

```
public void addBlockchainRecord(Document doc, String hash) {
    BlockchainRecord record = new BlockchainRecord();
    record.setDocId(doc.getId());
    record.setHash(hash);
    record.setPrevHash(blockchainRepository.findLastHash());
    record.setTimestamp(LocalDateTime.now());
    blockchainRepository.save(record);
}
```

Підсумкові висновки. Розроблений прототип RealEstateFlow підтвердив ефективність обраного технологічного стеку та його відповідність вимогам сучасних веб-платформ документообігу. Angular забезпечив гнучкий інтерфейс, Spring Boot - стабільну серверну логіку, а PostgreSQL - надійне зберігання і

масштабованість даних. Використання блокчейну гарантувало незмінність історії операцій, а поєднання AES шифрування, JWT авторизації та ролевої моделі доступу забезпечило високий рівень безпеки системи.

Загалом отримані результати демонструють, що застосовані технології повністю виправдали себе в рамках поставлених завдань і можуть бути використані для подальшого вдосконалення й масштабування платформи.

2.7 Приклад сценарію користувача

Система «RealEstateFlow» забезпечує роботу користувачів через веб інтерфейс і передбачає три основні ролі: адміністратора, агента та клієнта. Адміністратор відповідає за управління обліковими записами, призначення ролей, контроль журналу подій та формування звітів. Агент створює та редагує документи, надсилає їх клієнтам і ініціює підписання через зовнішній сервіс. Клієнт отримує доступ до надісланих документів, переглядає їх, виконує підписання та за потреби може перевірити електронний підпис.

Типовий сценарій роботи здійснюється у кілька послідовних етапів. Агент входить у систему, завантажує документ і додає короткий опис. Після цього платформа автоматично шифрує файл за алгоритмом AES та генерує його хеш за SHA-256. Документ надсилається клієнту, який отримує сповіщення, відкриває його у веб інтерфейсі та підписує через сервіс електронного підписання. Система фіксує всі події у блокчейні та журналі AuditLog, після чого агент бачить оновлений статус документа. Адміністратор за потреби може переглянути журнал подій або сформувати відповідний звіт.

2.8 Висновки до розділу 2

У цьому розділі було розроблено та описано інформаційну веб-платформу «RealEstateFlow», яка автоматизує роботу з документами в агентстві нерухомості. Система створена з урахуванням сучасних вимог до безпеки, зручності та надійності, а її прототип демонструє, що поєднання технологій Angular, Spring



Boot, PostgreSQL, AES-шифрування, JWT-авторизації та механізмів реєстрації хешів документів у блокчейн забезпечує стабільну й захищену роботу електронного документообігу.

Архітектура системи побудована за трирівневою структурою, яка гарантує чітке розділення між інтерфейсом, бізнес-логікою та базою даних. Така побудова робить можливим подальше масштабування платформи, її розвиток та інтеграцію нових модулів. Структура забезпечує надійне зберігання інформації, захист від несанкціонованого доступу та відкриває можливість інтеграції з зовнішніми сервісами, зокрема сервісами електронного підпису на кшталт «Дія.Підпис» або приватними блокчейн-мережами для перевірки цілісності документів.

Практичне тестування системи підтвердило стабільність її роботи. Платформа швидко реагує на запити користувачів, коректно обробляє великі обсяги документів та зберігає їх у захищеному вигляді. Ролі користувачів, такі як адміністратор, агент або клієнт, мають доступ до необхідних функцій, можуть створювати документи, переглядати їх, підписувати та перевіряти стан обробки через зрозумілий і зручний інтерфейс.

Реалізована інформаційна веб-платформа сприяє зменшенню кількості ручних помилок у роботі з документами, пришвидшує процес укладання угод та підвищує рівень довіри між сторонами завдяки використанню електронного підпису та журналу дій. Усі процеси стають більш прозорими, контрольованими та відтворюваними.

Створений проект підтвердив доцільність упровадження сучасних веб-технологій у сфері документообігу нерухомості. Платформа може надалі слугувати основою для розширення функціоналу, зокрема додавання аналітичних модулів, створення мобільної версії або інтеграції з CRM-системами агентства.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ

3.1 Архітектура та середовище розробки

Архітектура платформи побудована за принципом трирівневої моделі. Клієнтський рівень (Front-end) реалізовано за допомогою Angular 17; він відповідає за відображення інтерфейсу, введення даних користувачем, формування запитів до серверу та обробку отриманих результатів. Серверний рівень (Back-end), створений на базі Spring Boot 3 із використанням Java 17, виконує функції авторизації, перевірки прав доступу, обробки бізнес-логіки та взаємодії з базою даних. Рівень даних (Data Layer) представлений PostgreSQL 16, де зберігаються документи, інформація про користувачів, журнали подій, цифрові підписи та історія змін.

Окрім основних рівнів, у платформу інтегровано додаткові компоненти. Зокрема, модуль AuditLogService забезпечує фіксацію всіх дій користувачів, включно зі створенням, редагуванням та видаленням документів. Модуль EncryptionModule відповідає за шифрування файлів за алгоритмом AES. Для забезпечення перевірки цілісності документів у систему впроваджено BlockchainModule, який формує та зберігає хеші у розподіленому реєстрі. Роботу з правами доступу реалізовано через UserRolesService, що дозволяє гнучко керувати дозволами на створення, редагування, підписання та перегляд документів.

Середовище розробки включало застосування мов програмування Angular та Java. Для написання коду використовувались середовища Visual Studio Code та IntelliJ IDEA, а для тестування API – Postman. Як система управління базами даних застосовувалась PostgreSQL. Контроль версій здійснювався за допомогою GitHub. Розробка та тестування проводилися в операційній системі Windows 11 із використанням таких інструментів тестування, як JUnit, Mockito та Postman.

3.2 Вимоги до розгортання інформаційної веб-платформи на сервері

Для запуску та стабільної роботи інформаційної веб-платформи «RealEstateFlow» необхідно забезпечити відповідне серверне середовище.

Платформа складається з клієнтської частини на Angular, серверної логіки на Spring Boot та реляційної бази даних PostgreSQL, тому сервер повинен підтримувати роботу всіх трьох компонентів.

Розгортання системи передбачає використання сучасної операційної системи на основі Linux або Windows Server із попередньо встановленими інструментами Java (JDK 17 і вище), Node.js та сервером PostgreSQL. Для серверної частини достатньо відкритого порту для роботи Spring Boot-застосунку, а для клієнтської частини можливості розміщувати статичні ресурси Angular-додатку на веб-сервері, наприклад Nginx або Apache. База даних повинна бути налаштована на окремому або тому ж сервері з доступом лише зі сторони сервера, що підвищує безпеку та контроль доступу.

З огляду на використання шифрування, цифрових підписів і ведення журналу подій, сервер має підтримувати стабільне файлове сховище для збереження тимчасових даних і логів. Для роботи системи достатньо чотирьох процесорних ядер та 4–8 GB оперативної пам'яті, а також SSD-накопичувача для швидкого доступу до документів і журналів. У разі збільшення числа користувачів або документів можливе масштабування системи за рахунок розділення серверів фронтенду, бекенду та бази даних.

Необхідно передбачити наявність доступного HTTPS-з'єднання та SSL-сертифікату, що забезпечує захищений обмін даними між клієнтом і сервером. Важливою умовою також є регулярне резервне копіювання бази даних та логів AuditLog, оскільки система зберігає юридично значимі дії користувачів та хеші документів. За потреби весь комплекс може бути розгорнутий через Docker, що спрощує підготовку середовища та переносимість платформи між серверами.

У сукупності ці вимоги забезпечують коректну роботу «RealEstateFlow», її стабільність під навантаженням, безпечну обробку документів та можливість масштабування у майбутньому.

3.3 Реалізація інформаційної веб-платформи та створені програмні модулі

У ході розробки інформаційної веб-платформи «RealEstateFlow» було створено повнофункціональний прототип системи електронного документообігу, орієнтованої на потреби агентства нерухомості. Реалізація охоплює клієнтську частину, серверну логіку, механізми збереження даних, а також модулі безпеки, аудиту та цифрового підписання.

Клієнтська частина системи розроблена засобами Angular 17 та включає інтерфейси для роботи з документами, сторінки автентифікації, перегляду й редагування даних, модальні вікна для підписання файлів і модуль управління доступом. Головний інтерфейс системи, представлений на рисунку 3.1, забезпечує зручну навігацію, швидкий доступ до основних функцій і відображення ключових елементів документообігу. Інтерфейс побудований таким чином, щоб забезпечити простоту взаємодії користувача з основними функціями системи, включно з пошуком документів, відбором за критеріями, переглядом історії змін та переходом до журналу подій.

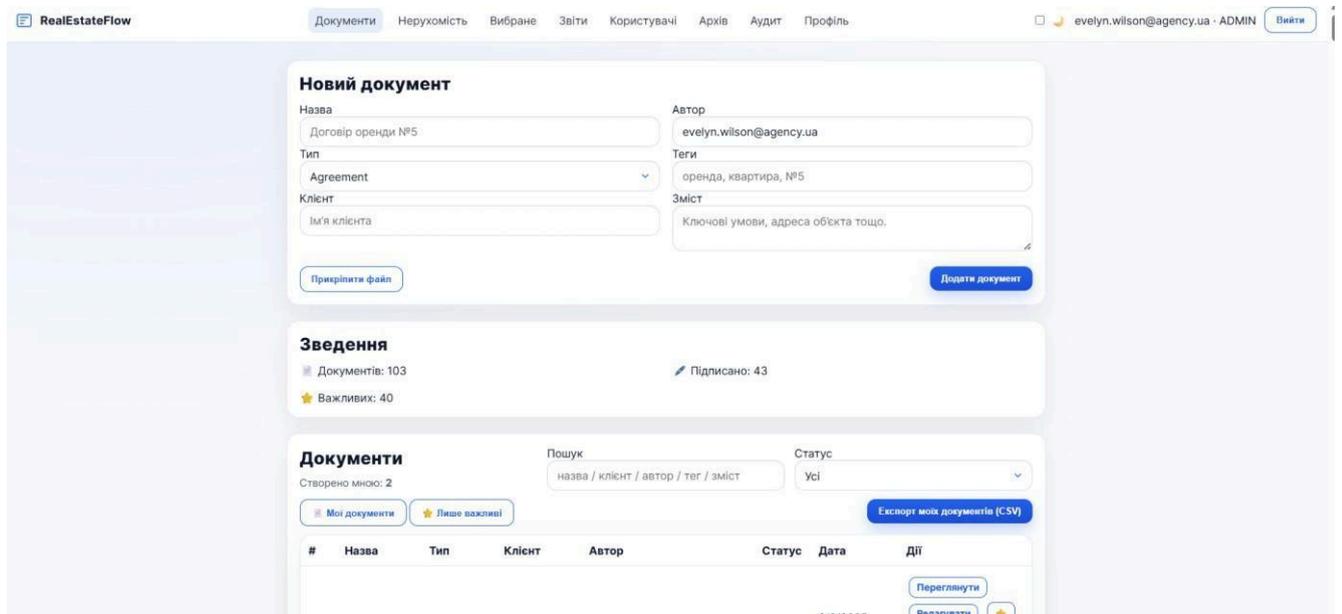
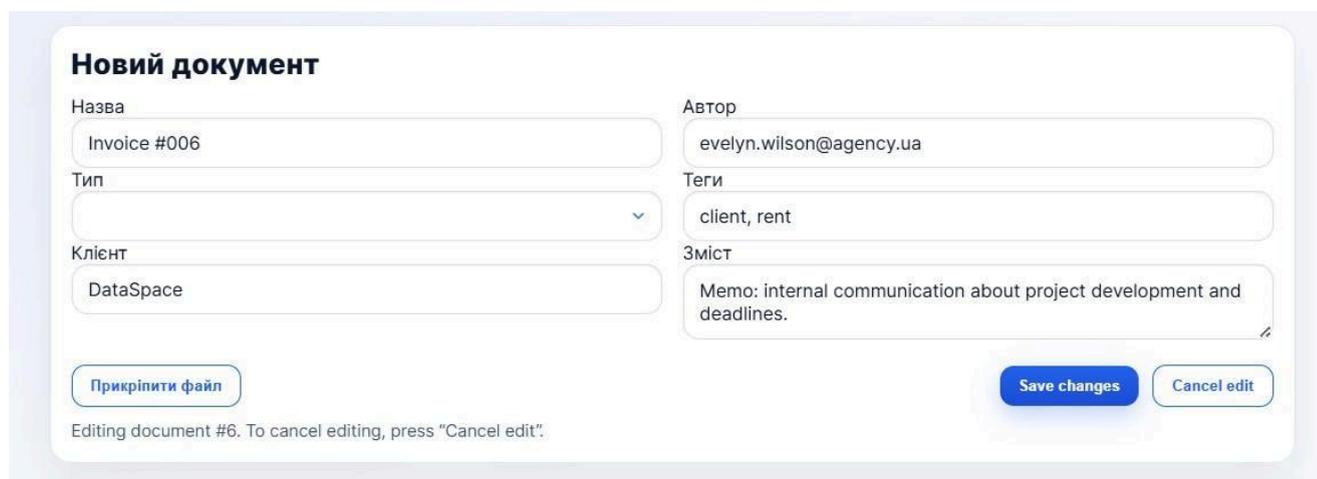


Рисунок 3.1 – Головний інтерфейс системи «RealEstateFlow»

Серверну частину реалізовано за допомогою Spring Boot 3, що забезпечує надійний механізм взаємодії між клієнтом і базою даних, обробку бізнес-логіки та

підтримку REST API. На рисунку 3.2 наведено приклад форми створення або редагування документа. Серверний застосунок керує автентифікацією через JWT-токени, перевіряє права доступу користувачів, опрацьовує запити на створення, збереження та підписання документів, а також здійснює фіксацію всіх дій у журналі аудиту. Для захисту файлів використовується модуль шифрування на основі алгоритму AES, а для забезпечення перевірки цілісності документів передбачено формування хешів SHA-256 із подальшим збереженням у розподіленому реєстрі.



The screenshot shows a web form titled "Новий документ" (New document) for editing. It contains the following fields and controls:

- Назва (Name):** Invoice #006
- Автор (Author):** evelyn.wilson@agency.ua
- Тип (Type):** A dropdown menu with a downward arrow.
- Теги (Tags):** client, rent
- Клієнт (Client):** DataSpace
- Зміст (Content):** Memo: internal communication about project development and deadlines.

At the bottom of the form, there are three buttons: "Прикріпити файл" (Attach file), "Save changes" (highlighted in blue), and "Cancel edit". Below the buttons, a small text note reads: "Editing document #6. To cancel editing, press 'Cancel edit'".

Рисунок 3.2 – Форма створення або редагування документа

База даних PostgreSQL використовується для надійного зберігання документів, користувачів, журналів подій та підписів. Структура бази нормалізована, що забезпечує масштабованість системи зі зростанням кількості документів і користувачів. На рисунку 3.3 представлено інтерфейс перегляду записів журналу AuditLog. База містить як метадані документів, так і їхній вміст, а також історію змін, дані користувачів і записи про ролі та права доступу.

Документи Нерухомість Вибране Звіти Користувачі Архів **Аудит** Профіль

Журнал дій

Очистити журнал

#	Час	Користувач	Подія
1	11/27/2025, 8:41:31 PM	evelyn.wilson@agency.ua	Signed in
2	11/27/2025, 8:41:25 PM	-	Signed out
3	11/27/2025, 8:41:20 PM	alice.martinez@agency.ua	Edited document "Договір 324133" (#105)
4	11/27/2025, 8:41:02 PM	alice.martinez@agency.ua	Signed in
5	11/27/2025, 8:40:59 PM	-	Signed out
6	11/27/2025, 8:40:58 PM	evelyn.wilson@agency.ua	Updated rights for alice.martinez@agency.ua: [create, edit, sign, view]
7	11/27/2025, 8:40:52 PM	evelyn.wilson@agency.ua	Signed in
8	11/27/2025, 8:40:48 PM	-	Signed out
9	11/27/2025, 8:40:25 PM	alice.martinez@agency.ua	Signed in
10	11/27/2025, 8:40:19 PM	-	Signed out
11	11/23/2025, 11:47:26 PM	evelyn.wilson@agency.ua	Signed in
12	11/23/2025, 11:47:02 PM	-	Signed out
13	11/23/2025, 11:46:31 PM	alice.martinez@agency.ua	Signed in

Рисунок 3.3 – Сторінка перегляду журналу AuditLog

Окрему увагу під час розробки приділено модулю підписання документів. Система дозволяє підписувати документ шляхом генерування хешу та зберігати його для подальшої перевірки. Якщо файл було змінено після підписання, система автоматично визначає порушення цілісності даних. На рисунку 3.4 наведено приклад вікна підписання документа.

Підписання документа №16

Ключ у файлі
 Апаратний носій
 MobileID
 Хмарний підпис

АЦСК

КНЕДП ПриватБанк

Особистий ключ (файл):

Не вибрано

Пароль:

* Після зчитування ключа буде згенеровано метадані підпису (час, IP, пристрій, SHA-256).

Рисунок 3.4 – Вікно підписання документа

Окрім основних модулів документообігу, у систему інтегровано модуль аналітики та звітності, який забезпечує відображення статистичних показників роботи платформи. На панелі звітів рисунок 3.5 відображаються ключові метрики щодо кількості документів, підписаних файлів, чернеток та архівних матеріалів. Діаграма статусів документів дозволяє оцінити співвідношення між підписаними, чернетковими та архівованими документами, а графік активності авторів демонструє інтенсивність роботи кожного користувача. Такий візуальний аналіз підвищує прозорість процесів та допомагає приймати обґрунтовані управлінські рішення в агентстві нерухомості.

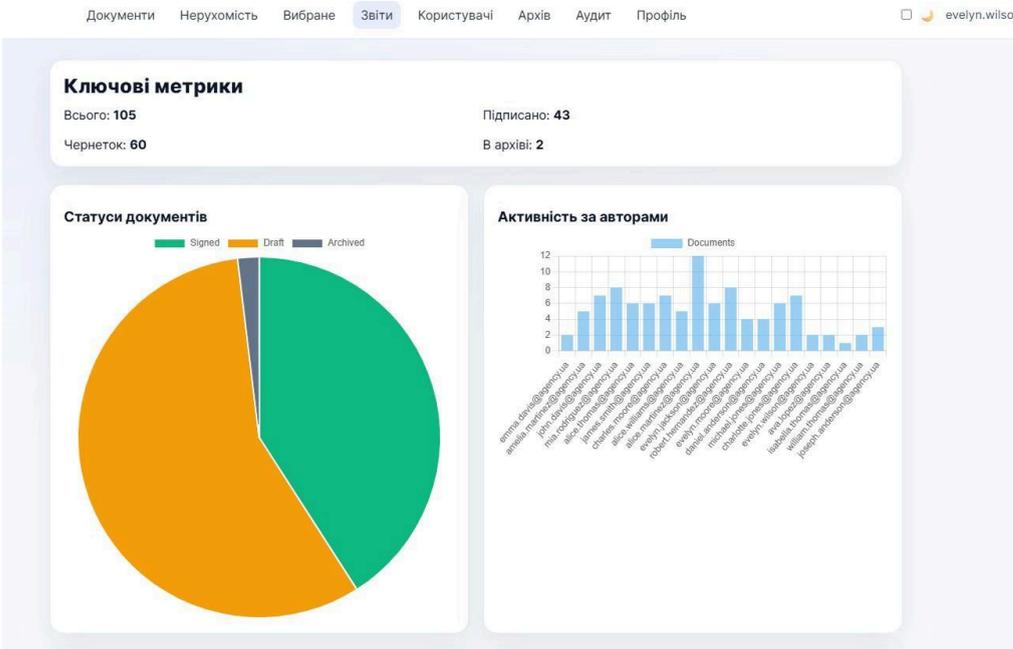


Рисунок 3.5 – Модуль аналітики та звітності у системі «RealEstateFlow»

Створений програмний комплекс демонструє повний цикл роботи електронного документообігу: від створення документа та його редагування до підписання, архівування й фіксації всіх дій у журналі. Реалізована архітектура забезпечує стабільність роботи, можливість подальшого масштабування та інтеграцію нових модулів у майбутньому.

3.4 Тестування інформаційної веб-платформи

Тестування проводилося після реалізації всіх основних модулів системи: авторизації, документообігу, підпису, пошуку, аудиту та контролю доступу. Метою було перевірити повну працездатність, захищеність та зручність веб-платформи.

3.4.1 Мета тестування

Метою тестування є перевірка коректності роботи інформаційної веб-платформи та всіх її модулів у різних умовах експлуатації. Під час тестування оцінювалася поведінка системи з урахуванням різних ролей користувачів, зокрема адміністратора, агента та клієнта, що дозволило перевірити правильність застосування прав доступу. Особлива увага приділялася контролю збереження даних під час створення, редагування, підписання та видалення документів, щоб переконатися у відсутності їх втрат чи пошкоджень. Також перевірялася коректність взаємодії між окремими модулями системи та відповідність їх роботи передбаченій бізнес-логіці. Окремо оцінювався рівень безпеки, включно з шифруванням даних та недопущенням доступу до документів користувачів, які не мають відповідних прав. Додатково тестувалася швидкодія інтерфейсу, стабільність його роботи та реакція системи на можливі помилки.

3.4.2 Умови проведення тестування

Метою тестування є перевірка коректності роботи інформаційної веб-платформи та всіх її модулів у різних умовах експлуатації. Тестування проводилося у заздалегідь підготовленому середовищі, що включало операційну систему Windows 11 Pro та сучасні браузері Chrome v130, Edge v129 і Firefox v132. Серверна частина працювала на Spring Boot 3 з використанням Java 17 та запускала на локальному сервері на порті 8080. Для зберігання даних застосовувалася база PostgreSQL 16, керування якою здійснювалося через

PgAdmin. У ролі інструментів тестування використовувалися Postman API Client, JUnit 5, Mockito, а також Docker Compose для локального розгортання компонентів системи.

Для перевірки коректності функціонування були створені тестові облікові записи з різними ролями, зокрема адміністратор (evelyn.wilson@agency.ua) та клієнт (alice.martinez@agency.ua), що дозволило оцінити роботу механізму контролю доступу. Перед початком тестування база даних була попередньо заповнена п'ятдесятьма тестовими користувачами та ста документами різних статусів, серед яких підписані файли й чернетки. Усі перевірки виконувалися за умови активованих модулів AuditLog та BlockchainModule, що дало змогу оцінити роботу системи з урахуванням реєстрації подій і фіксації хешів документів.

3.4.3 Детальні тест-кейси

Нижче наведено основні тест-кейси, що були виконані під час перевірки функціональності інформаційної веб-платформи «RealEstateFlow». Кожен тест описує мету перевірки, передумови, послідовність дій та очікуваний результат.

Тест 1. Авторизація користувача

Мета: перевірити працездатність форми входу та обробку помилкових даних.

Передумови: існує користувач alice.martinez@agency.ua / Pass123!.

Кроки:

1. Відкрити сторінку входу.
2. Увести правильні дані та натиснути «Увійти».
3. Вийти, повторити спробу з неправильним паролем.

Очікувано:

- при правильних даних - перехід на головну сторінку, у «localStorage» зберігається JWT;
- при неправильних - повідомлення «Пароль або пошта неправильні».

Скріншоти:

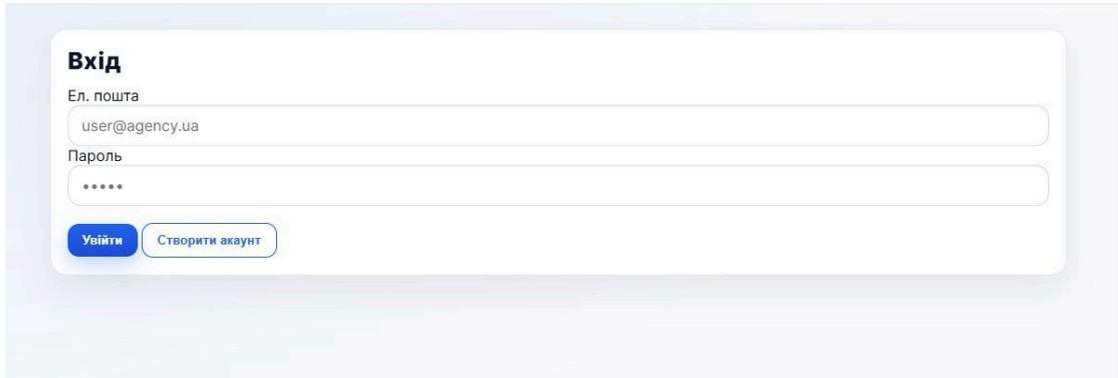


Рисунок 3.6 - Форма входу в систему

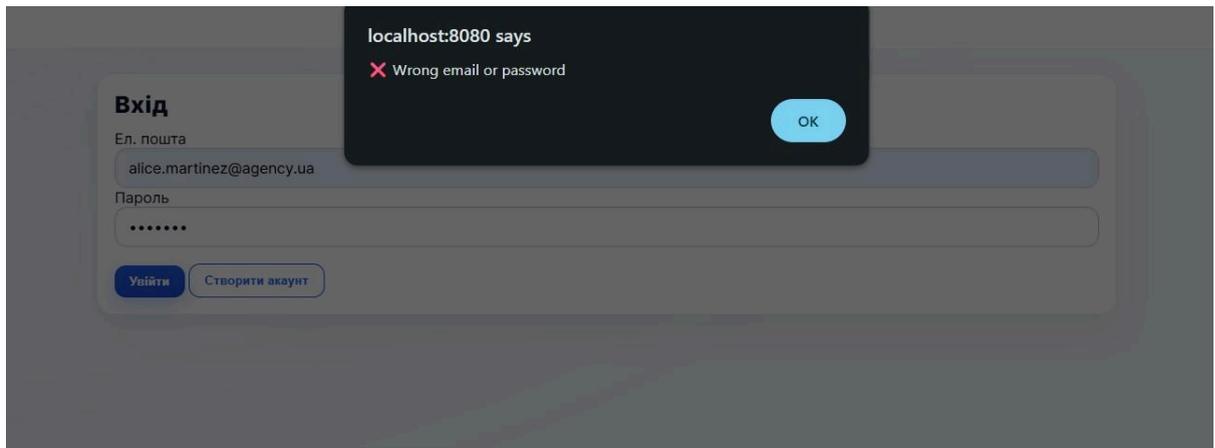


Рисунок 3.7- Повідомлення про помилку при вході

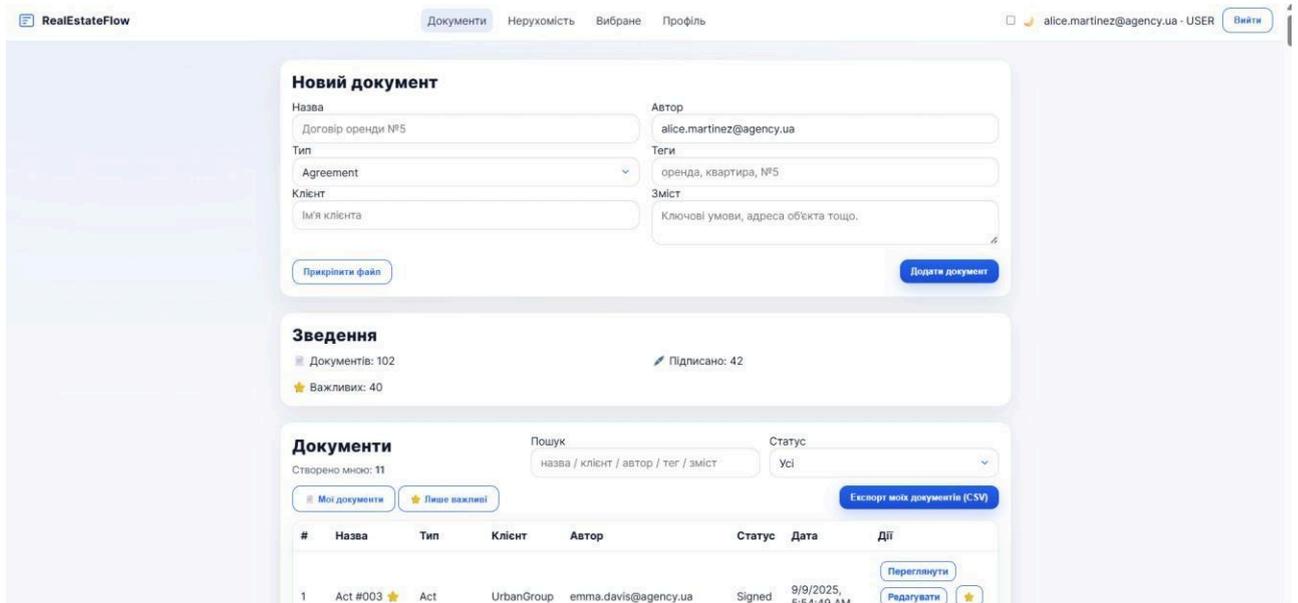


Рисунок 3.8 - Головна сторінка після авторизації

Тест 2. Реєстрація нового користувача

Мета: перевірити створення нового облікового запису.

Передумови: відсутній акаунт з такою самою електронною адресою.

Кроки:

1. Натиснути «Створити акаунт» на сторінці входу.
2. Заповнити всі поля.
3. Натиснути «Зареєструвати».

Очікувано:

- новий запис з'являється у таблиці «users»;
- відбувається перехід на сторінку входу або автоматичний вхід.

Скріншоти:

Рисунок 3.9 - Форма реєстрації нового користувача

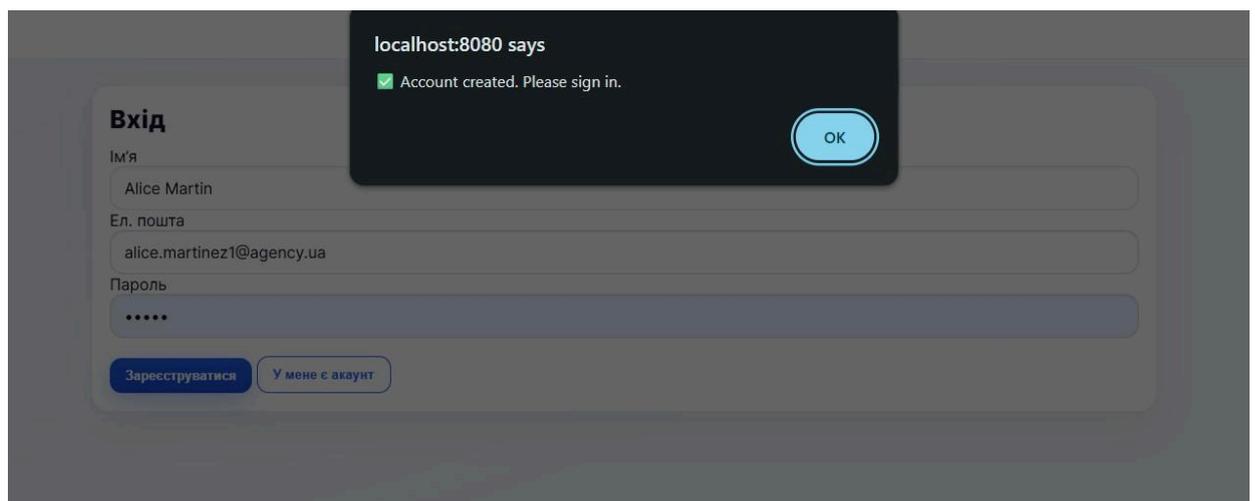


Рисунок 3.10 - Повідомлення про успішну реєстрацію

Тест 3. Створення нового документа

Мета: перевірити додавання документа, шифрування та відображення у списку.

Передумови: роль Client, авторизований.

Кроки:

1. На головній сторінці почати заповнювати дані про документ.
2. Завантажити файл (.pdf/.docx).
3. Заповнити назву, тип, клієнта, дату.
4. Натиснути «Зберегти».

Очікувано:

- документ з'являється у таблиці зі статусом «Чернетка»;
- у вкладці «Аудит» - подія «create».

Скріншоти:

Рисунок 3.11 - форма створення нового документа

14	11/23/2025, 11:37:54 PM	alice.martinez@agency.ua	Created document "Договір оренди 41414"
----	-------------------------	--------------------------	---

Рисунок 3.12 - Запис створення нового документа

Тест 4. Редагування документа

Мета: перевірити можливість змінити дані документа.

Кроки:

1. Відкрити будь-який документ в статусі «Чернетка».
2. Змінити його опис або тип.

3. Натиснути «Зберегти».

Очікувано:

- зміни відображаються одразу без перезавантаження;
- Вкладка «Аудит» фіксує дію «edit».

Скріншоти:



Рисунок 3.13 – Документ в списку документів

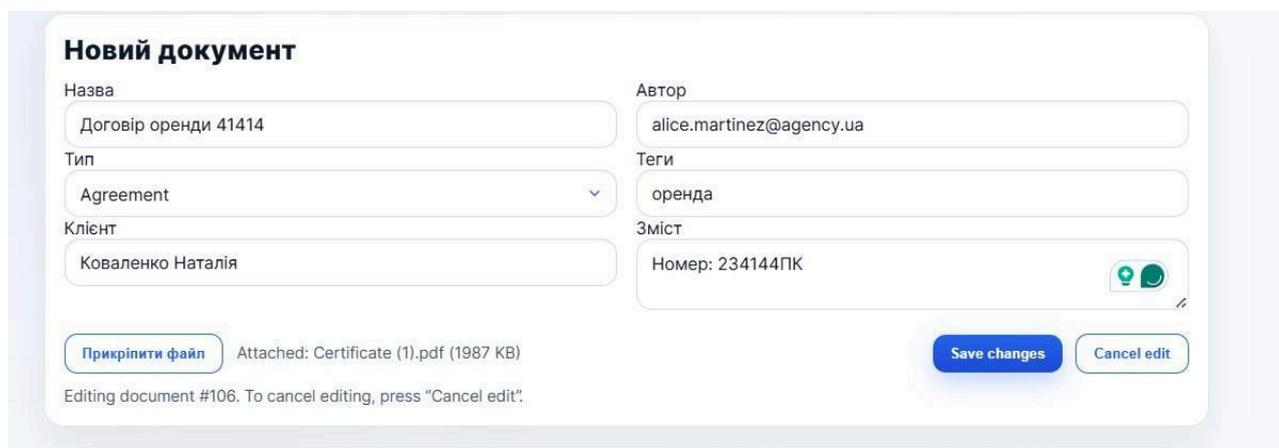


Рисунок 3.14 – Редагування документу

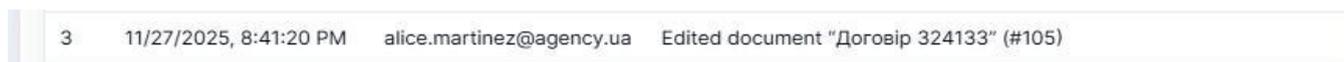


Рисунок 3.15 - Запис редагування документу

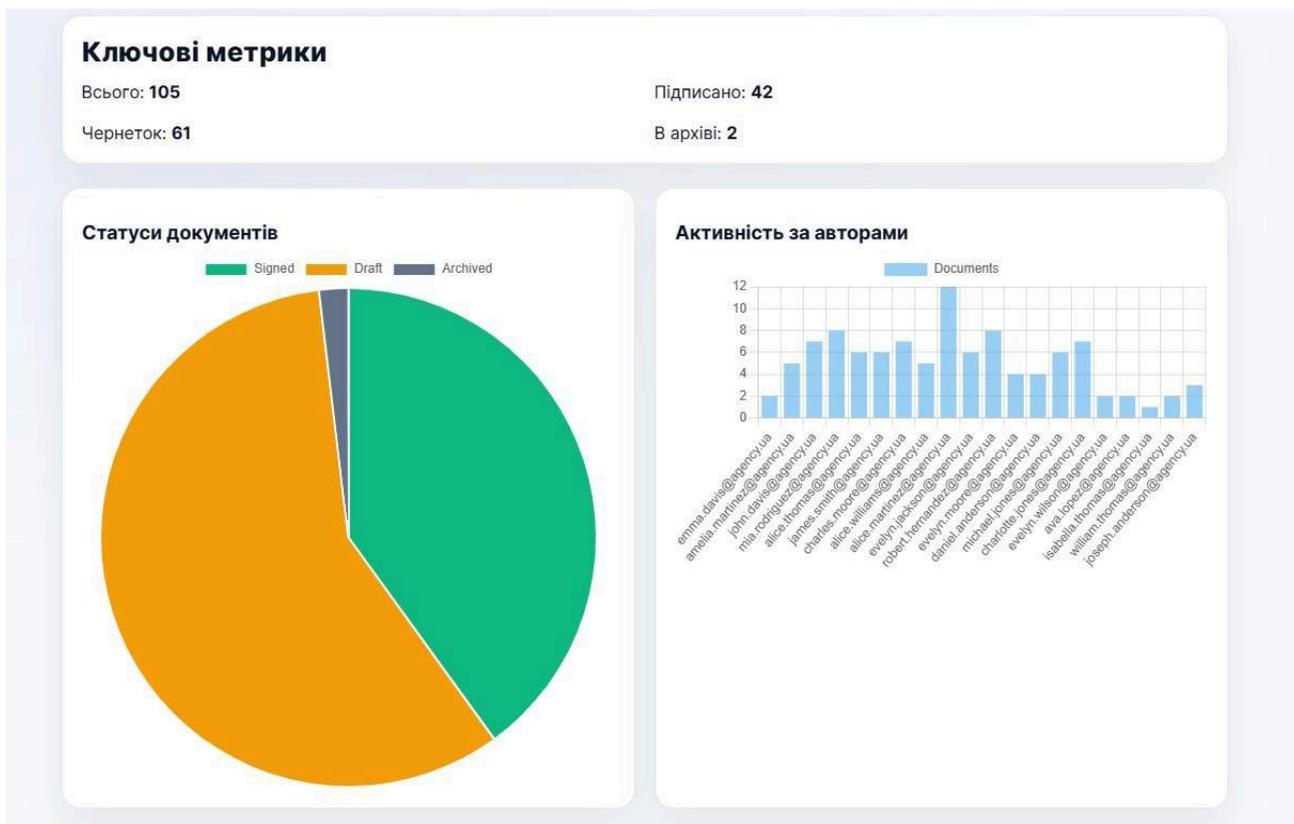


Рисунок 3.16 - Вкладка інформації про документи які є в базі

Тест 5. Пошук і фільтри

Мета: перевірити працездатність пошуку та фільтрації.

Кроки:

1. Увести в пошук ключове слово, наприклад «Коваленко Наталія».
2. У фільтрі обрати статус «Чернетка».
3. Сортувати за датою.

Очікувано:

- відображаються лише документи з цим словом;
- таблиця оновлюється без помилок.

Скріншоти:

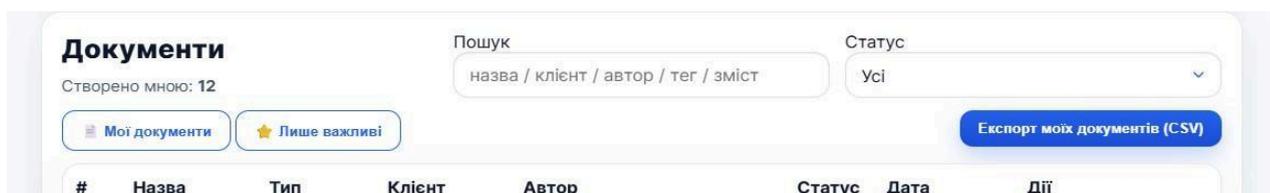


Рисунок 3.17 – Панель пошуку документу

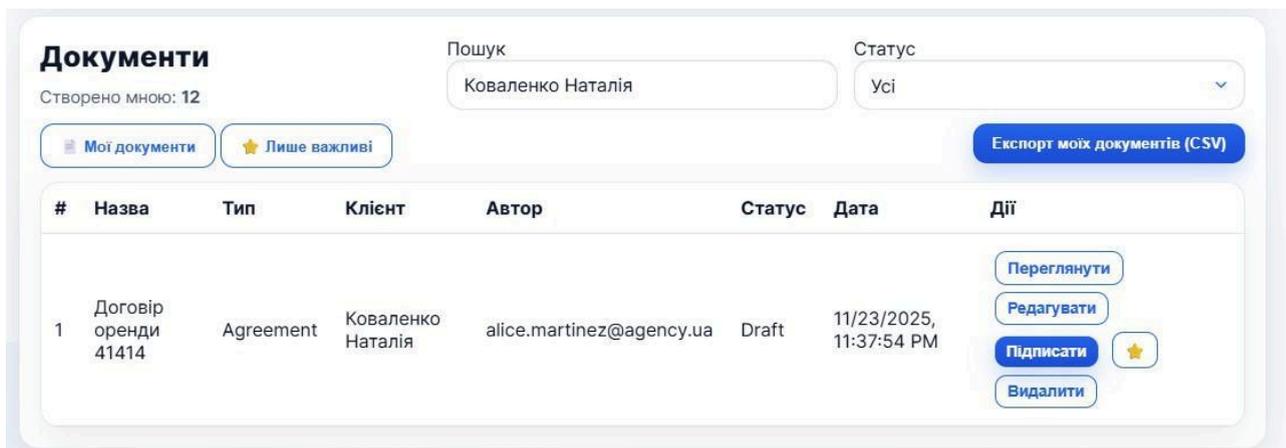


Рисунок 3.18 – Фільтрація документів по ключовому слову «Коваленко Наталія»

Тест 6. Підписання документа

Мета: перевірити роботу модуля цифрового підпису.

Передумови: документ переданий на підпис клієнту.

Кроки:

1. Агент надсилає документ на підпис.
2. Клієнт відкриває документ і підписує.
3. Система надсилає хеш на сервіс підпису.
- 4.Зберігає підпис у базі даних і Blockchain.

Очікувано:

- статус документа – «Підписано»;
- у таблиці «signatures» новий запис;
- у вкладці «Аудит» - подія «sign»;
- у Blockchain - новий блок.

Скріншоти:

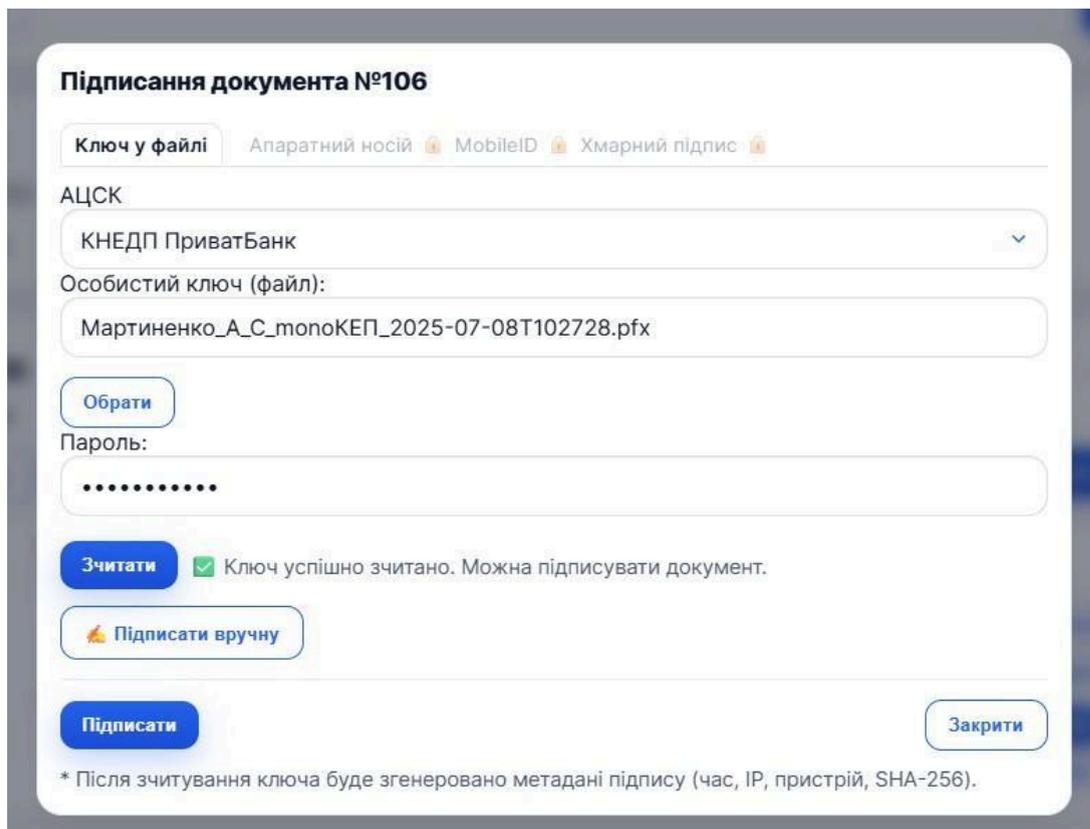


Рисунок 3.19 – Підписання документу електронним підписом



Рисунок 3.20 – Запис про підписання документу

Тест 7. Перевірка ролей користувачів (RBAC)

Мета: переконатися, що ролі працюють коректно.

Передумови: авторизований користувач з роллю Client.

Кроки:

1. Увійти як «Client».
2. Відкрити будь-який документ.
3. Спробувати натиснути «Редагувати» або «Видалити».

Очікувано:

- редагування та видалення недоступні;

Скріншоти:

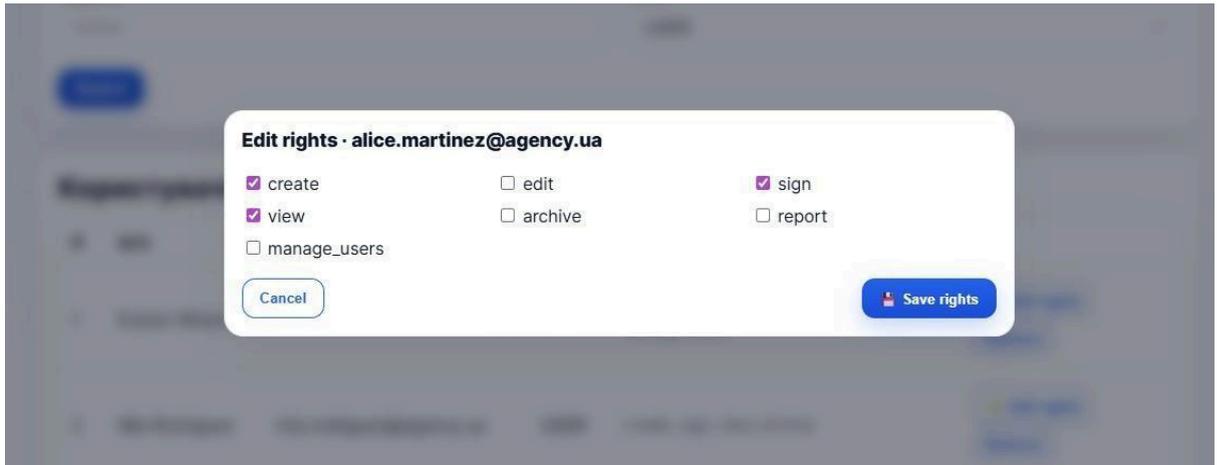


Рисунок 3.21 – Редагування прав користувача (без права на редагування)

Документи Створено мною: 12 Пошук: Статус: Експорт моїх документів (CSV)

#	Назва	Тип	Клієнт	Автор	Статус	Дата	Дії
1	Contract #017 ★	Contract	SmartHome	alice.martinez@agency.ua	Draft	8/9/2025, 1:15:03 AM	<input type="button" value="Переглянути"/> <input type="button" value="Підписати"/> ★ <input type="button" value="Видалити"/>
2	Agreement #034 <input type="checkbox"/>	Agreement	FastNet	alice.martinez@agency.ua	Signed	6/17/2025, 11:38:34 AM	<input type="button" value="Переглянути"/> ★ <input type="button" value="Видалити"/>
3	Agreement #051	Agreement	ClearView	alice.martinez@agency.ua	Draft	8/18/2025, 11:57:39 PM	<input type="button" value="Переглянути"/> <input type="button" value="Підписати"/> ★ <input type="button" value="Видалити"/>
4	Act #072 ★	Act	GreenLand	alice.martinez@agency.ua	Signed	8/21/2025, 6:03:50 PM	<input type="button" value="Переглянути"/> ★ <input type="button" value="Видалити"/>

Рисунок 3.22 – Список документів для користувача який не може їх редагувати

Тест 8. Вкладка «Аудит» - журнал дій

Мета: перевірити фіксацію операцій у журналі.

Передумови: виконані операції «створити», «редагувати», «підписати документ».

Кроки:

1. Виконати кілька операцій (створити, підписати, видалити).
2. Відкрити вкладку «Журнал дій».

Очікувано:

- у таблиці відображаються всі події;
- вказано час, користувача, ID документа та тип дії;
- записи відповідають реальним операціям.

Скріншоти:

#	Час	Користувач	Подія
1	11/23/2025, 11:47:26 PM	evelyn.wilson@agency.ua	Signed in
2	11/23/2025, 11:47:02 PM	-	Signed out
3	11/23/2025, 11:46:31 PM	alice.martinez@agency.ua	Signed in
4	11/23/2025, 11:46:25 PM	-	Signed out

Рисунок 3.23 – Сторінка Аудит (приклад логування)

Тест 9. Архівація документа

Мета: перевірити роботу функції архівації документів.

Кроки:

1. Увійти під користувачем із роллю «Client» або «Admin».
2. Вибрати документ зі списку доступних документів.
3. Натиснути кнопку «Архівувати».
4. Відкрити вкладку «Архів» і перевірити наявність документа.
5. Переглянути журнал «Аудит».

Очікувано:

- документ змінює статус на статус «Архівовано»
- зникає зі списку активних і з'являється у вкладці «Архів».
- у «Аудит» вкладці створюється запис дії «archive».

Скріншоти:

17	Agreement #020	Agreement	SmartHome	john.davis@agency.ua	Draft	5/28/2025, 7:17:33 AM	Переглянути Редагувати Підписати Архівувати Видалити
----	----------------	-----------	-----------	----------------------	-------	-----------------------	--

Рисунок 3.24 - Документ перед архівацією

#	Назва	Тип	Автор	Дата	Дії
1	Agreement #001	Agreement	charlotte.jones@agency.ua	10/8/2025, 12:30:18 PM	Restore Delete permanently
2	Invoice #002	Invoice	daniel.anderson@agency.ua	8/15/2025, 7:15:20 AM	Restore Delete permanently

Рисунок 3.25 - Документ у вкладці «Архів»

121	11/13/2025, 1:35:55 AM	mia.rodriguez@agency.ua	Archived "Agreement #001"
-----	------------------------	-------------------------	---------------------------

Рисунок 3.26 - Запис про архівацію документу на вкладці «Аудит»

3.4.4 Результати тестування

Результати тестування програми можна побачити нижче в таблиці 3.1, по них можна зрозуміти що система пройшла всі тести і відповідає очікуваному результату.

Таблиця 3.1 – Результати тестування системи по категоріям

Категорія:	Результат:
Авторизація / Реєстрація	Користувач авторизується і зберігається в системі, помилки при вході відображаються
Документи (CRUD)	Усі операції виконуються, дані шифруються
Підпис / КЕП	Хеш і підпис зберігаються, документ має статус «Підписано» після підписання
Пошук / Фільтри	Швидка реакція, коректна вибірка документів за пошуком
Ролі (RBAC)	Права працюють, недопустимі дії блокуються, є розділення на адміністраторів і користувачів
AuditLog	Кожна подія фіксується, для контролю роботи і перевірки статусів
UX	Інтерфейс інтуїтивний, адаптивний

3.3.5 Висновки по тестуванню

Проведене тестування продемонструвало стабільну, передбачувану та безпечну роботу системи в усіх перевірених сценаріях. Платформа коректно виконує операції створення, редагування, пошуку та підписання документів, забезпечуючи захист даних за рахунок шифрування й контролю доступу. Користувачі з різними ролями отримують лише дозволені їм можливості, що підтверджує правильність налаштованої рольової моделі.

Усі ключові події фіксуються в журналі AuditLog та у блокчейн-реєстрі, що дає змогу відстежувати історію роботи й запобігати несанкціонованим змінам. Під час тестування не було виявлено критичних збоїв або втрати даних. Платформа демонструє достатню швидкість відгуку та стабільність під навантаженням.

Загалом система готова до використання у діяльності агентств нерухомості й може бути впроваджена для автоматизації документообігу та підвищення ефективності роботи.

3.5 Висновки до розділу 3

Розроблена інформаційної веб-платформа підтвердила ефективність використання сучасних технологій у процесах документообігу агентств нерухомості. Система демонструє здатність забезпечувати цілісність даних, прозорість виконуваних операцій та контроль за діями користувачів, що є важливими вимогами для цифрових сервісів у сфері нерухомості.

Проведене тестування показало стабільність роботи всіх основних модулів, правильну взаємодію між клієнтською, серверною та базовою частинами системи, а також відсутність критичних помилок під час виконання ключових операцій. Завдяки використанню механізмів шифрування, журналу та блокчейн-фіксації система забезпечує високий рівень безпеки документів.

Отримані результати підтверджують готовність платформи до подальшого масштабування, розширення функціональності та інтеграції в робочі процеси агентств нерухомості. Рішення може бути впроваджене у практичну діяльність для автоматизації документообігу, підвищення ефективності роботи та покращення взаємодії між агентами, клієнтами та адміністраторами.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було послідовно реалізовано всі завдання, визначені на етапі постановки дослідження. Першим етапом став аналіз існуючих рішень у сфері електронного документообігу. Було досліджено як універсальні системи, так і спеціалізовані програмні продукти, що дозволило визначити їхні можливості, недоліки, рівень безпеки та ступінь адаптації до роботи в агентствах нерухомості. Проведений аналіз дав змогу виокремити функціональні особливості, які мають вирішальне значення для ефективної автоматизації документообігу, зокрема підтримку електронного підпису, шифрування даних, контроль доступу та ведення журналів подій.

На основі цього було сформовано вимоги до системи, що розроблялася. Було визначено перелік основних функцій, які повинна забезпечувати сучасна інформаційна веб-платформа документообігу: створення та управління документами, робота зі статусами, можливість підписання, доступ до архіву, швидкий пошук, фільтрація та зберігання історії змін. Також були встановлені вимоги до архітектури, безпеки, доступності та інтерфейсу, що дало змогу створити цілісну модель майбутньої платформи.

У результаті була розроблена веб-орієнтована інформаційна система «RealEstateFlow», що включає клієнтську частину на Angular, серверну частину на Spring Boot та реляційну базу даних PostgreSQL. Платформа дозволяє автоматизувати ключові процеси документообігу в агентстві нерухомості та забезпечує захищене зберігання й обробку даних за допомогою AES-шифрування, SHA-256-хешування, механізмів авторизації на основі JWT та рольового контролю доступу. Окремим компонентом став модуль AuditLog та блокчейн-фіксації, що гарантує прозорість і незмінність історії операцій.

Здійснений аналіз результатів розробки та комплексне тестування платформи дали змогу підтвердити відповідність системи функціональним вимогам та коректність реалізованих сценаріїв. Тестування продемонструвало стабільність роботи застосунку, високу швидкодію інтерфейсу, правильну



взаємодію між модулями, а також стійкість до помилок та некоректних дій користувачів. Рольова модель доступу працює передбачувано, забезпечуючи необхідний рівень безпеки та розмежування прав.

Таким чином, всі завдання дослідження виконані в повному обсязі. Проведений аналіз ринку, визначення вимог, проектування та реалізація інформаційної веб-платформи, а також перевірка її роботи підтвердили доцільність обраного підходу та ефективність отриманого результату. Створена система має практичну цінність і може бути використана в реальній діяльності агентств нерухомості для підвищення ефективності роботи та цифровізації бізнес-процесів. У майбутньому платформа може бути розширена за рахунок інтеграції з хмарними сервісами, CRM-системами, мобільними застосунками та інтелектуальними модулями аналізу документів, що відкриває можливості для подальшого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1) Вережак Андрій Остапович, Вережак Тарас Остапович. Комп'ютерна програма "Система автоматизації документообігу "InterDoc". URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1507165/>.
- 2) Грибенніков Владислав Андрійович. Комп'ютерна програма «Система з автоматизації та контролю документообігу та виконавчої дисципліни «JUST.PRO», доопрацьована та розширена». URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1730494/>.
- 3) Комп'ютерна програма "Система автоматизації документообігу "Атлас-ДОК" / Зарахович Анатолій Йосипович та ін. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1490342/>.
- 4) Олена Олександрівна, Вдовіна. Електронне діловодство як комунікаційна складова судочинства в Україні. URL: <https://elib.nakkkim.edu.ua/handle/123456789/2202>.
- 5) Розробка інформаційної веб- платформи на основі технологій С # для автоматизації документообігу транспортного підприємства / Гілюта та ін. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/30658>.
- 6) Юшкова Б. В. Проектування архітектури інформаційної вебплатформи документообігу юридичного відділу. URL: <http://dp.knute.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/6262/ЮШКОВ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 7) Сугак Олександр Дмитрович, Репетій Наталія Іванівна. Комп'ютерна програма "Програма автоматизації документообігу багатопрофільного медичного закладу "ЕСКУЛ'ап". URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1542628/>.
- 8) Gail L. Rein Daniel L. McCue Judith A. Slein. A case for document management functions on the web. URL: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/260750.260777>.
- 9) Кепка К. Information system for real estate agencies in north of Portugal. URL: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/26493>.

- 
- 10) Ling Hin Li, Chen Wang. Real estate agency in China in the information age. URL: https://www.researchgate.net/publication/235290080_Real_estate_agency_in_China_in_the_information_age.
 - 11) Matheu F. N. Life cycle document management system for construction. URL: <https://upcommons.upc.edu/entities/publication/a8265591-c9bc-45b4-93fe-0a3ceacd1def>.
 - 12) Mwakala R., Nsumwa. Designing and implementation of real estate management system case study: Jitihada Agencies. URL: <https://ir.kiu.ac.ug/items/5d39f349-52c1-4a5d-a387-77be8f9fa323>.
 - 13) Nabila Faeqa Salim. The development of dmsnumgen; A document management system number generator application dissertation - UTP electronic and digital intellectual asset. URL: <https://utpedia.utp.edu.my/id/eprint/6305/>.
 - 14) R. Fernando. A web platform for documentation and assessment of learning progress. URL: <https://oulurepo.oulu.fi/handle/10024/51075>.
 - 15) Lee Kyu Seung. Method and system for providing online payment service. URL: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=2&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20221019&CC=KR&NR=102455414B1&KC=B1.
 - 16) O'Halloran Christopher, Hudson Aaron. A web platform for preparing project management documents. URL: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=4&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20160825&CC=WO&NR=2016131101A1&KC=A1.
 - 17) Patel Nilamkumar Jayntilal. A system and method for an interactive access to project design and space layout planning. URL: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20220825&CC=US&NR=2022270049A1&KC=A1.
 - 18) System and method for providing integrated marketplace / Choi Jin Woo et al.

URL: <https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=7&ND=3&adja>

[cent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20140611&CC=KR&NR=20140071296A
&KC=A.](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20140611&CC=KR&NR=20140071296A&KC=A)

- 19) Palmer Jody Hupton, Cowan Gary Clayton, Reynolds Robert David James. Web application open platform interface (wopi) server architecture and applications for distributed network computing environments.
URL: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20231012&CC=US&NR=2023325359A1&KC=A1.
- 20) Leandri Lorenzo Hesham, Passarelli Marta, Ruzzi Fabrizio. System for verifying documents and monitoring traders. URL: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20240125&CC=WO&NR=2024018323A1&KC=A1.
- 21) Анна Костякова. Діджиталізація документообігу.
URL: https://www.researchgate.net/publication/352395130_DIDZITALIZACIA_D_OKUMENTOOBIGU.
- 22) Іванна Берегуляк. Аналіз електронного документообігу.
URL: https://www.researchgate.net/publication/380728003_Analiz_elektronnogo_dokumentoobigu.
- 23) Ілля Олександрович Черняк. Аналіз алгоритмів та математичних моделей для автоматизації електронного документообігу.
URL: https://www.researchgate.net/publication/372386350_Analiz_algoritmiv_ta_matematicnih_modelej_dla_avtomatizacii_elektronnogo_dokumentoobigu.
- 24) Методи проектування системи документообігу університету / В. Горбачов та ін.
URL: https://www.researchgate.net/publication/378445995_METODI_PROEKTUVANNA_ANNA_SISTEMI_DOKUMENTOOBIGU_UNIVERSITETU.
- 25) Ernesto Vences, Juan Mendoza, Cesar Enrique Salas Arbaiza. PoReBo: digital intermediation platform based on blockchain for the management of police records.
URL: https://www.researchgate.net/publication/378512762_PoReBo_Digital_Interm

- 26) İlkim Markoç, Füsün Çizmeci. Ethics in real estate: agency practices in Istanbul.
URL: https://www.researchgate.net/publication/348462985_Ethics_in_real_estate_agency_practices_in_Istanbul.
- 27) Illiya Chernyak, Maryna Graf. Основні вимоги до сучасних систем електронного документообігу.
URL: https://www.researchgate.net/publication/366412440_Osnovni_vimogi_do_suchastnih_sistem_elektronnoho_dokumentuobigu.
- 28) Investigation of the users' interaction with online real estate platforms in Australia / Fahim Ullah et al.
URL: https://www.researchgate.net/publication/337773025_Investigation_of_the_users_interaction_with_online_real_estate_platforms_in_Australia.
- 29) Irina Emelkina. Problems of real estate assignment using new electronic technologies.
URL: https://www.researchgate.net/publication/386446089_Problems_of_Real_Estate_Assignment_Using_New_Electronic_Technologies.
- 30) Method and system for managing and preparing documentation for real estate transactions / Lee Salzmänn et al.
URL: https://www.researchgate.net/publication/302803267_Method_and_system_for_managing_and_preparing_documentation_for_real_estate_transactions.
- 31) Shantyr, A., Zinchenko, O., Storchak, K., Bondarchuk, A., & Pepa, Y. (2025). Prediction of quality software quality indicators with applied modifications of integrated gradient methods. Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska, 15(2), 139-146.
<https://ph.pollub.pl/index.php/iapgos/article/view/6892>
- 32) Тушич, А. М., Сторчак, К. П., & Бондарчук, А. П. (2019). Вимоги до інтелектуальних систем аналізу даних та їх класифікацій. Телекомунікаційні та інформаційні технології, (1), 31-36.
- 33) Бондарчук, А., Жебка, В., Корецька, В., & Шилкіна, А. (2024). Порівняльна характеристика web-орієнтованих інструментів автоматизації освітнього

процесу в умовах цифрової трансформації. Публічно-управлінські та цифрові практики, (1), 13-21. DOI: 10.31673/2786-7412.2023.011327

- 34) Бондарчук, А. П., Корнага, Я. І., Базалій, М. Ю., Сергієнко, П. А., & Ільїн, О. Ю. (2020). Метод захисту програмного коду від аналізу засобами обфускації. Телекомунікаційні та інформаційні технології, (4), 140-148.
<https://tit.dut.edu.ua/index.php/telecommunication/article/view/2364>
- 35) Бондарчук, А. П., & Глушак, О. М. (2025). Предиктивне управління оновленнями програмного забезпечення в інтернеті речей. Зв'язок, (5), 13-17.
<https://con.dut.edu.ua/index.php/communication/article/view/2915>
- 36) Abramov, V., Astafieva, M., Boiko, M., Bodnenko, D., Bushma, A., Vember, V., Hlushak, O., Zhylytsov, O., Ilich, L., Kobets, N., Kovaliuk, T., Kuchakovska, H., Lytvyn, O., Lytvyn, P., Mashkina, I., Morze, N., Nosenko, T., Proshkin, V., Radchenko, S., ... Yaskevych, V. (2021). Theoretical and practical aspects of the use of mathematical methods and information technology in education and science. <https://doi.org/10.28925/9720213284km>.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

AES - Advanced Encryption Standard, алгоритм симетричного шифрування

API - Application Programming Interface

CRUD - Create, Read, Update, Delete

CSV - Comma-Separated Values

DB - Database (база даних)

DOCX - формат документів Microsoft Word

DMS - Document Management System

EDO - Електронний документообіг

ERD - Entity-Relationship Diagram

HTML - HyperText Markup Language

HTTP - HyperText Transfer Protocol

JWT - JSON Web Token

ORM - Object-Relational Mapping

PDF - Portable Document Format

PK - Primary Key (первинний ключ)

FK - Foreign Key (зовнішній ключ)

REST - Representational State Transfer

RBAC - Role-Based Access Control

SHA-256 - Secure Hash Algorithm 256-bit

SPA - Single Page Application

SQL - Structured Query Language

UI - User Interface

UML - Unified Modeling Language

XML - Extensible Markup Language