

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 126 – Інформаційні системи та технології

на тему: «Інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій»

КВРІСТ. 220173.17.01.01 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, група ІСТм-24-1


Ігор БЛАГОДИР

Підпис Ініціали, прізвище

Керівник: доктор техн. наук, професор
Науковий ступінь, вчене звання

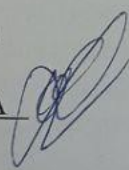

Єлизавета ГНАТЧУК

Підпис Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри КПС,

PhD Ольга ПАВЛОВА


22 12 2025 р.

Хмельницький, 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень МАГІСТР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

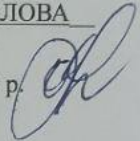
Спеціальність 126 ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

Освітня програма ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Ольга ПАВЛОВА

“ 25 ” 08 2025 р.



ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Ігорю БЛАГОДИРУ

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проектами на основі хмарних технологій

Керівник проекту (роботи) Єлизавета ГНАТЧУК, д.т.н., професор.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 25.08.2025 р. № 65

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.12.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Аналіз відомих моделей, методів та засобів управління інфраструктурними проектами

Інформаційні потоки та моделі інформаційної системи підтримки управління

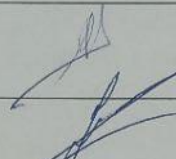
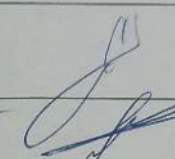

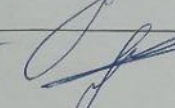
державними інфраструктурними проектами

Метод та алгоритми функціонування інформаційної системи

Проектування і реалізація інформаційної системи на основі хмарних технологій

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

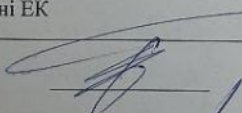
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Сергій ЛИСЕНКО, професор кафедри КПС		
Антиплагіат	Андрій НІЧЕПОРУК, доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 01 » 09 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	01.09.2025	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	15.09.2025	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.10.2025	виконано
4	Робота над розділом 2 – робробка моделей для вирішення поставленої задачі	15.10.2025	виконано
5	Робота над наковою публкацією	15.10.2025	виконано
6	Робота над розділом 3 – розроблення методів для вирішення поставленої задачі	01.11.2025	виконано
7	Робота над розділом 4 – проектування та розробка ПЗ для вирішення поставленої задачі	15.11.2025	
8	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	01.12.2025	виконано
9	Попередній захист ВКР	02.12.2025	виконано
10	Захист ВКР на засіданні ЕК	19.12.2025	

Студент

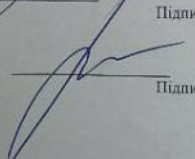


Підпис

І. А. БЛАГОДИР

Ініціали, прізвище

Керівник роботи



Підпис

Є. Г. ГНАТЧУК

Ініціали, прізвище

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи магістра: Інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій.

Автор роботи: Ігор БЛАГОДИР

Керівник роботи: д.т.н., професор, Єлизавета ГНАТЧУК

Пояснювальна записка: 95 с., 23 рис., 2 табл., 2 дод., 51 джерел.

Перелік ключових слів: інформаційна система, хмарні технології, система підтримки управління проєктами, планування, інтерфейс користувача.

Об'єктом дослідження є процеси управління державними інфраструктурними проєктами, які охоплюють планування, реалізацію, моніторинг та контроль використання бюджетних коштів на будівництво та реконструкцію об'єктів інфраструктури.

Предметом дослідження є методи, моделі та засоби побудови інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій, які забезпечують автоматизацію процесів, інтеграцію даних та підтримку прийняття рішень.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є оптимізація управління державними інфраструктурними проєктами за рахунок розробки інформаційної системи підтримки управління на основі хмарних технологій, яка забезпечить інтеграцію процесів планування, реалізації, моніторингу та контролю проєктів в єдиному інформаційному просторі.

У роботі застосовано комплекс методів дослідження для вирішення поставлених завдань. Методи системного аналізу використано для дослідження процесів управління державними проєктами як складної системи з множиною взаємопов'язаних елементів. Методи бізнес-моделювання BPMN застосовано для формалізації бізнес-процесів життєвого циклу проєктів. Методи об'єктно-орієнтованого проектування та UML використано для розробки моделей предметної області та архітектури системи. Методи багатокритеріального аналізу

застосовано в розробці методу підтримки управлінських рішень. Алгоритм методу критичного шляху використано для календарного планування проєктів. Методи оптимізації застосовано для розподілу ресурсів та формування портфеля проєктів.

Практична цінність отриманих результатів. Розроблені моделі, алгоритми, архітектура та вимоги до інформаційної системи можуть бути використані органами державної влади для впровадження сучасних інструментів управління інфраструктурними проєктами. Впровадження системи дозволить підвищити прозорість використання бюджетних коштів, поліпшити координацію між учасниками проєктів, скоротити терміни реалізації проєктів через своєчасне виявлення відхилень та прийняття коригуючих дій, знизити корупційні ризики через автоматизацію процесів та посилення контролю.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ МОДЕЛЕЙ, МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНИМИ ІНФРАСТРУКТУРНИМИ ПРОЄКТАМИ	12
1.1 Аналіз нормативно-правового забезпечення управління інфраструктурними проєктами.....	12
1.2 Аналіз існуючих інформаційних систем підтримки управління державними проєктами.....	14
1.3 Аналіз хмарних технологій, придатних для державного сектору	19
1.4 Висновки до першого розділу.....	26
2 ІНФОРМАЦІЙНІ ПОТОКИ ТА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНИМИ ІНФРАСТРУКТУРНИМИ ПРОЄКТАМИ	29
2.1 Концепція інформаційної системи.....	29
2.2 Моделювання бізнес-процесів управління інфраструктурними проєктами.....	36
2.3 Моделі інформаційних потоків системи.....	39
2.4 Висновки до другого розділу	48
3 МЕТОД ТА АЛГОРИТМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	48
3.1 Алгоритм збору та обробки інформації про проєкт	48
3.2 Метод підтримки управлінських рішень у системі	57
3.3 Розроблення функціональних та технічних вимог до системи	61
3.4 Висновки до третього розділу	68
4 ПРОЄКТУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	69

4.1	Проектування інтерфейсу користувача	69
4.2	UML-діаграми та архітектура системи	78
4.3	Переваги та недоліки хмарної реалізації	90
4.4	Висновки до четвертого розділу.....	93
ВИСНОВКИ	95
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	97
ДОДАТОК А	105
ДОДАТОК Б	107

ВСТУП

Управління державними інфраструктурними проектами є одним із ключових напрямів діяльності органів державної влади, що безпосередньо впливає на соціально-економічний розвиток країни та якість життя громадян. Інфраструктурні проекти, які охоплюють будівництво та реконструкцію автомобільних доріг, мостів, залізниць, енергетичних об'єктів, комунальної інфраструктури, характеризуються значними обсягами фінансування, тривалими термінами реалізації, складністю координації між множиною учасників. В умовах обмежених бюджетних ресурсів критично важливим є забезпечення максимальної ефективності використання державних коштів через впровадження сучасних підходів та інструментів управління проектами.

Аналіз світової практики показує, що провідні країни активно використовують спеціалізовані інформаційні системи для підтримки процесів управління державними проектами. Такі системи автоматизують рутинні операції, забезпечують прозорість використання бюджетних коштів, полегшують координацію між учасниками проектів, надають аналітичні інструменти для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Особливої актуальності набуває використання хмарних технологій, які дозволяють знизити капітальні витрати на IT-інфраструктуру, прискорити впровадження нових сервісів, забезпечити масштабованість відповідно до потреб.

В Україні питання ефективного управління державними інфраструктурними проектами набувають особливої гостроти в контексті післявоєнного відновлення, коли необхідно реалізувати величезну кількість проектів з обмеженими ресурсами та в стислі терміни. Існуюча практика управління проектами характеризується використанням фрагментованих інформаційних систем, які не забезпечують наскрізної автоматизації всього життєвого циклу проекту від ідеї до експлуатації об'єкта. Дублювання введення даних в різні системи, інформаційні розриви між етапами проекту, складність консолідації звітності створюють додаткове адміністративне навантаження та знижують ефективність управління.

Актуальність теми дослідження обумовлена необхідністю модернізації підходів до управління державними інфраструктурними проєктами через впровадження інтегрованої інформаційної системи на основі хмарних технологій. Така система має забезпечити автоматизацію всіх процесів життєвого циклу проєкту, інтеграцію з існуючими державними інформаційними системами електронного бюджету та закупівель, підтримку прийняття управлінських рішень на всіх рівнях, прозорість для органів контролю та громадськості.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання дослідження:

- дослідити існуючі інформаційні системи підтримки управління проєктами як комерційні продукти, так і рішення, що використовуються в державному секторі різних країн, виявити їх переваги та недоліки;

- проаналізувати хмарні технології з точки зору придатності для державного сектору з урахуванням вимог безпеки, суверенітету даних та економічної ефективності;

- сформулювати функціональні та технічні вимоги до системи, які визначають що система повинна робити та як вона має бути побудована;

- спроектувати інтерфейс користувача в інструменті Figma з використанням системи дизайну та створенням інтерактивних прототипів;

- оцінити переваги та недоліки хмарної реалізації.

Створені прототипи інтерфейсу користувача в Figma можуть бути використані як основа для розробки фронтенд частини системи, що прискорить процес розробки та забезпечить відповідність результату очікуванням користувачів. Розроблені UML діаграми є частиною технічної документації, яка полегшує розуміння системи розробниками та архітекторами.

Апробація результатів роботи. Основні результати дослідження представлені у вигляді наукової публікації та доповіді на науковій конференції, що підтверджує їх новизну та практичну значущість.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету та завдання роботи, визначено об'єкт і предмет дослідження, описано методи дослідження, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

У першому розділі виконано аналіз нормативно-правового забезпечення управління державними інфраструктурними проєктами в Україні, досліджено існуючі інформаційні системи підтримки управління проєктами та хмарні технології з точки зору придатності для державного сектору. Виявлено недоліки існуючих підходів та обґрунтовано необхідність розробки інтегрованої системи на хмарній основі.

У другому розділі розроблено концепцію інформаційної системи, виконано моделювання бізнес-процесів управління інфраструктурними проєктами з використанням нотації BPMN, побудовано моделі інформаційних потоків для формалізації обміну даними між компонентами системи та зовнішніми системами.

У третьому розділі розроблено алгоритми збору та обробки інформації про проєкти, метод підтримки управлінських рішень на основі багаторівневої моделі, сформульовано функціональні та технічні вимоги до системи, які визначають її можливості та характеристики.

У четвертому розділі спроектовано архітектуру системи на основі мікросервісного підходу, розроблено UML-діаграми для документування різних аспектів системи, створено прототипи інтерфейсу користувача в Figma, виконано оцінку ефективності та переваг хмарної реалізації.

У висновках узагальнено результати виконаної роботи, сформульовано основні висновки щодо досягнення мети дослідження та вирішення поставлених завдань, визначено напрями подальших досліджень.

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ПЗ – програмне забезпечення

API – Application Programming Interface

UI – інтерфейс користувача

WBS – Work Breakdown Structure

REST – Representational State Transfer

1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ МОДЕЛЕЙ, МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНИМИ ІНФРАСТРУКТУРНИМИ ПРОЄКТАМИ

1.1 Аналіз нормативно-правового забезпечення управління інфраструктурними проєктами

Управління державними інфраструктурними проєктами в Україні базується на комплексній системі нормативно-правових актів, які регулюють процеси планування, реалізації та контролю інвестиційних проєктів за рахунок державних коштів. Особливої актуальності це питання набуває в умовах посилення інтеграції України до європейського простору та необхідності відновлення інфраструктури після воєнних дій.

Цифрова трансформація державного управління, передбачена Концепцією розвитку цифрової економіки та суспільства України, створює нормативне підґрунтя для впровадження сучасних інформаційних систем управління державними проєктами. Закон України "Про електронні довірчі послуги" забезпечує правову основу для електронного документообігу та цифрових підписів, що є необхідним для функціонування електронних систем управління проєктами. Концепція розвитку електронного урядування передбачає створення інтегрованих інформаційних систем для планування, моніторингу та звітності про виконання державних програм та проєктів.

Міжнародні зобов'язання України також впливають на систему управління державними інфраструктурними проєктами. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом передбачає гармонізацію українського законодавства з європейськими стандартами у сфері державних закупівель, технічного регулювання та стандартизації. Членство України в міжнародних фінансових інституціях, таких як Європейський банк реконструкції та розвитку, Європейський інвестиційний банк, Світовий банк, накладає додаткові вимоги до підготовки та реалізації проєктів, що фінансуються за рахунок міжнародних кредитів та грантів [1-3].

Особливої уваги заслуговує нормативне забезпечення кібербезпеки інформаційних систем, що використовуються для управління державними проєктами. Закон України "Про основні засади забезпечення кібербезпеки України" встановлює вимоги до захисту критичної інформаційної інфраструктури, до якої можуть належати системи управління важливими інфраструктурними об'єктами. Національний координаційний центр кібербезпеки розробляє стандарти та рекомендації щодо забезпечення інформаційної безпеки державних електронних систем.

Регіональний аспект управління інфраструктурними проєктами регулюється Законом України "Про місцеве самоврядування", який визначає повноваження місцевих органів влади у сфері місцевого економічного розвитку та управління комунальною інфраструктурою. Реформа децентралізації влади посилила роль територіальних громад у прийнятті рішень щодо інфраструктурних проєктів місцевого значення та управлінні відповідними бюджетними ресурсами.

Аналіз нормативно-правової бази свідчить про наявність комплексної системи регулювання управління державними інфраструктурними проєктами в Україні. Водночас, існують певні прогалини та невідповідності між різними нормативними актами, що ускладнює практичну реалізацію проєктів. Зокрема, потребує вдосконалення методологія економічної оцінки довгострокових інфраструктурних проєктів, особливо в контексті сталого розвитку та урахування екологічних та соціальних ефектів.

1.2 Аналіз існуючих інформаційних систем підтримки управління державними проектами

Управління державними інфраструктурними проектами неможливе без використання спеціалізованих інформаційних систем, які забезпечують автоматизацію процесів планування, моніторингу та контролю. Світова практика демонструє широке впровадження таких систем у різних країнах, кожна з яких має свої особливості та переваги.

Міжнародні стандарти управління проектами, такі як PMBOK та PRINCE2, формують методологічну основу для розробки інформаційних систем підтримки проектного менеджменту. Ці стандарти визначають процеси, інструменти та техніки, які повинні бути реалізовані в програмному забезпеченні для ефективного управління проектами. Зокрема, PMBOK виділяє десять областей знань управління проектами, включаючи управління інтеграцією, змістом, часом, вартістю, якістю, ресурсами, комунікаціями, ризиками, закупівлями та стейкхолдерами, що повинні знайти відображення у функціональних можливостях інформаційних систем.

Серед комерційних систем управління проектами найбільш поширеними є Microsoft Project, Primavera P6, та Jira. Microsoft Project є класичним інструментом проектного планування, який забезпечує можливості створення детальних графіків робіт, розподілу ресурсів та відстеження прогресу виконання завдань. Система підтримує різні методології планування, включаючи метод критичного шляху та технологію освоєного обсягу для контролю вартості проектів. Інтеграція з екосистемою Microsoft дозволяє використовувати Microsoft Project у комплексі з іншими корпоративними системами, такими як SharePoint для управління документами та Power BI для аналітики та візуалізації даних [3].

Primavera P6 від Oracle позиціонується як рішення корпоративного класу для управління портфелями проектів, особливо у капіталомістких галузях, таких як будівництво, енергетика та інфраструктура. Система забезпечує можливості управління великою кількістю взаємопов'язаних проектів, складного ресурсного планування з урахуванням обмежень та конфліктів, багаторівневого календарного

планування з можливістю декомпозиції проєктів на підпроєкти та пакети робіт. Primavera P6 підтримує різні методології управління ризиками та дозволяє проводити сценарний аналіз для оцінки впливу ризикових подій на терміни та бюджет проєктів.

Jira, хоча і розроблялась спочатку для управління розробкою програмного забезпечення з використанням гнучких методологій, знайшла широке застосування і в інших галузях завдяки своїй гнучкості та можливостям налаштування. Система підтримує Agile та Scrum методології, що дозволяє застосовувати ітеративний підхід до реалізації проєктів, організувати роботу в спринтах та забезпечувати високу швидкість реакції на зміни. Потужна система відстеження задач та проблем, інтеграція з інструментами розробки та можливості створення дашбордів роблять Jira привабливим інструментом для команд різного розміру.

В контексті державного сектору особливу увагу заслуговують спеціалізовані системи управління державними проєктами та програмами. У багатьох країнах розроблені або адаптовані інформаційні системи, які враховують специфіку державного управління, бюджетного процесу та вимоги прозорості і підзвітності. Наприклад, у Великій Британії функціонує Government Project Delivery Framework, який підтримується спеціалізованими ІТ-інструментами для управління урядовими проєктами. Ця система інтегрована з фінансовими системами уряду та забезпечує наскрізний моніторинг виконання проєктів від етапу планування до завершення.

У Сполучених Штатах Америки для управління федеральними інфраструктурними проєктами використовується низка інтегрованих систем, включаючи Capital Planning and Investment Control системи, які дозволяють оцінювати економічну доцільність проєктів, відстежувати їх виконання та звітувати перед Конгресом про використання бюджетних коштів. Особливістю американського підходу є акцент на оцінці повернення інвестицій та вимірюванні результативності проєктів через систему ключових показників ефективності.

Європейський Союз розробив методологію та інструменти для управління проєктами, що фінансуються з європейських структурних фондів. Система KEER – база даних проєктів програм Європейського територіального співробітництва –

демонструє підхід до публічного розкриття інформації про проекти, їх цілі, бюджети та результати. Для управління проектами в рамках Горизонт Європа та інших дослідницьких програм використовується спеціалізований портал для подання заявок, моніторингу виконання та звітності.

В Україні функціонує кілька інформаційних систем, що використовуються для управління державними проектами. Єдина комплексна інформаційна система Міністерства інфраструктури призначена для управління проектами у сфері транспортної інфраструктури. Система забезпечує можливості планування проектів будівництва та реконструкції доріг, мостів та інших об'єктів, моніторингу виконання робіт підрядниками, контролю витрат бюджетних коштів та формування звітності про хід реалізації проектів.

Електронна система закупівель ProZorro, хоча і не є системою управління проектами у повному розумінні, відіграє критично важливу роль у забезпеченні прозорості закупівель товарів та послуг для державних інфраструктурних проектів. Система забезпечує електронне проведення тендерів, автоматизацію процесів укладання договорів та моніторингу їх виконання. Інтеграція ProZorro з іншими державними інформаційними системами дозволяє створювати єдиний інформаційний простір для управління державними закупівлями [4].

Система електронного бюджету в Україні охоплює процеси планування бюджету, включаючи капітальні видатки на інфраструктурні проекти, виконання бюджету та формування бюджетної звітності. Однак, інтеграція між системою електронного бюджету та системами управління проектами залишається недостатньою, що ускладнює наскрізне відстеження використання бюджетних коштів від етапу планування проекту до його завершення.

Міжнародні організації, які фінансують інфраструктурні проекти в Україні, часто вимагають використання власних систем звітності та моніторингу. Наприклад, проекти, що фінансуються Європейським інвестиційним банком, підлягають моніторингу через спеціалізовані інформаційні системи банку, що вимагає подвійного введення даних та узгодження звітності між різними

системами. Це створює додаткове адміністративне навантаження та підвищує ризики помилок при передачі інформації.

Важливим аспектом є можливості систем щодо управління ризиками проєктів. Передові системи, такі як Primavera Risk Analysis, дозволяють проводити кількісний аналіз ризиків з використанням методу Монте-Карло для моделювання невизначеності термінів та вартості проєктів. Однак, у державному секторі України систематичне використання інструментів управління ризиками проєктів поки що не є загальноприйнятою практикою, і відповідні функції в інформаційних системах розвинені недостатньо.

Аналітичні можливості систем також варіюються значно. Сучасні рішення пропонують інтерактивні дашборди та інструменти візуалізації даних, які дозволяють менеджерам проєктів та керівництву швидко оцінювати стан справ та приймати обґрунтовані рішення. Інтеграція з інструментами бізнес-аналітики, такими як Power BI, Tableau або Qlik, розширює можливості аналізу даних проєктів та виявлення трендів і аномалій, що потребують уваги.

Мобільні додатки стають невід'ємною частиною сучасних систем управління проєктами, дозволяючи менеджерам та членам проєктних команд отримувати доступ до інформації про проєкти, оновлювати статус завдань та взаємодіяти з колегами незалежно від місця перебування. Це особливо важливо для інфраструктурних проєктів, де значна частина робіт виконується на розподілених об'єктах будівництва.

Питання інформаційної безпеки є критично важливими для державних інформаційних систем. Системи повинні забезпечувати захист конфіденційної інформації про проєкти, розмежування прав доступу користувачів, аудит дій користувачів та захист від несанкціонованого доступу. Відповідність вимогам національних стандартів кібербезпеки та міжнародних стандартів, таких як ISO 27001, є обов'язковою для систем, що обробляють чутливу державну інформацію [5].

Масштабованість та продуктивність систем також є важливими характеристиками, особливо для центральних органів виконавчої влади, які

управляють великою кількістю проєктів одночасно. Системи повинні забезпечувати швидкий відгук навіть при обробці великих обсягів даних та підтримувати одночасну роботу багатьох користувачів без деградації продуктивності.

Інтеграційні можливості систем визначають, наскільки легко вони можуть бути з'єднані з іншими корпоративними системами, такими як ERP-системи, системи управління документами, системи бухгалтерського обліку тощо. Сучасні системи зазвичай пропонують API для інтеграції та підтримують стандартні протоколи обміну даними, що спрощує побудову інтегрованого інформаційного ландшафту.

Вартість володіння інформаційними системами включає не тільки ліцензійні платежі або передплати на хмарні сервіси, але й витрати на впровадження, навчання користувачів, технічну підтримку та подальший розвиток системи. Для державного сектору з обмеженими бюджетами питання економічної ефективності інвестицій в інформаційні системи є особливо актуальним.

Тренд на використання хмарних технологій спостерігається і в сфері систем управління проєктами. Хмарні рішення, такі як Microsoft Project Online, Oracle Primavera Cloud, Smartsheet, пропонують переваги у вигляді зниження початкових капітальних витрат, швидкого розгортання, автоматичних оновлень та можливості масштабування ресурсів відповідно до потреб. Для державного сектору перехід на хмарні рішення може стати способом модернізації IT-інфраструктури без значних інвестицій у власні дата-центри та серверне обладнання.

Відкрите програмне забезпечення також розглядається як альтернатива комерційним рішенням. Системи на кшталт OpenProject, Redmine, Taiga пропонують багатий функціонал для управління проєктами без ліцензійних платежів. Водночас, використання відкритого ПЗ вимагає наявності кваліфікованих IT-спеціалістів для впровадження, налаштування та підтримки систем, що може бути викликом для державних організацій з обмеженими IT-ресурсами.

Таблиця 1.1 – Порівняння сучасних систем управління проектами

Система	Тип	Основні можливості	Методології	Інтеграція	Підтримка державного сектору
Microsoft Project	Комерційна	Планування графіків, розподіл ресурсів, контроль витрат	Критичний шлях, освоєний обсяг	SharePoint, Power BI	Обмежена, корпоративна інтеграція
Primavera P6	Комерційна	Управління портфелями проєктів, календарне планування, сценарний аналіз ризиків	Класична, ризики	ERP-системи, API	Так, корпоративний клас, капіталомісткі проєкти
Jira	Комерційна	Agile, Scrum, відстеження задач, дашборди	Agile, Scrum	Інструменти розробки, API	Обмежена, адаптація до держструктур можлива
OpenProject	Відкрите ПЗ	Планування, управління задачами, дашборди	Waterfall, Agile	API, інтеграція через плагіни	Можлива, потребує кваліфікованих ІТ-спеціалістів

Продовження таблиці 1.1.

Redmine	Відкрите ПЗ	Планування, відстеження проблем, документи	Гнучкі методології	Плагіни, API	Можлива, потребує налаштування
Taiga	Відкрите ПЗ	Agile-дошки, Scrum, Kanban, звіти	Scrum, Kanban	API, плагіни	Можлива, потребує кваліфікації

Аналіз світового досвіду показує, що успішне впровадження інформаційних систем управління державними проєктами вимагає не тільки технологічних рішень, але й організаційних змін, включаючи стандартизацію процесів, навчання персоналу, зміну корпоративної культури на користь прозорості та відкритості даних. Технологія сама по собі не є панацеєю і повинна супроводжуватися відповідними змінами в управлінських практиках та підходах [7].

Сучасні наукові дослідження у сфері інформаційних систем управління проєктами (ІСУП) активно розвиваються як в Україні, так і за кордоном. Проте підходи до дослідження, методологічні акценти та рівень узагальнення результатів мають суттєві відмінності, що обумовлено різним рівнем розвитку проєктної культури, стандартизації та цифрової трансформації.

Українські наукові публікації здебільшого мають прикладний характер і орієнтовані на вирішення практичних завдань впровадження інформаційних систем у діяльність підприємств та органів державного управління. Так, у роботах Крамського Д.Ю. та співавторів [32], розглядається роль інформаційних систем як інструменту підвищення ефективності управління проєктами в умовах цифрової економіки, з акцентом на використання ERP-, CRM- та хмарних рішень. Автори підкреслюють необхідність поєднання класичних та гнучких методологій

управління проектами з урахуванням особливостей українського ринку.

Роботи українських науковців також часто зосереджені на питаннях підтримки прийняття управлінських рішень та автоматизації окремих функцій управління проектами, таких як планування, контроль ресурсів та документообіг. Водночас у більшості таких досліджень недостатньо уваги приділяється формалізованим методам кількісного аналізу ефективності та ризиків.

Зарубіжні наукові публікації, на відміну від українських, характеризуються більш високим рівнем теоретичного узагальнення та тісною інтеграцією з міжнародними стандартами управління проектами. У фундаментальній праці Гарольда Керцнера «Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling» [31] інформаційні системи управління проектами розглядаються як ключовий елемент системного підходу до управління, що забезпечує взаємозв'язок між стратегічними цілями організації, процесами планування, контролю та аналізу ефективності проєктів.

1.3 Аналіз хмарних технологій, придатних для державного сектору

Хмарні обчислення революціонізували спосіб, у який організації розробляють, розгортають та експлуатують інформаційні системи. Для державного сектору перехід на хмарні технології відкриває нові можливості для модернізації ІТ-інфраструктури, підвищення ефективності використання ресурсів та прискорення впровадження цифрових сервісів. Водночас, специфіка державного сектору, включаючи вимоги до безпеки, суверенітету даних та відповідності регуляторним нормам, накладає певні обмеження на використання хмарних технологій.

Базова класифікація хмарних сервісів виділяє три основні моделі надання послуг: Infrastructure as a Service, Platform as a Service та Software as a Service. Кожна з цих моделей має свої особливості, переваги та обмеження, які необхідно враховувати при виборі рішення для інформаційної системи управління проектами.

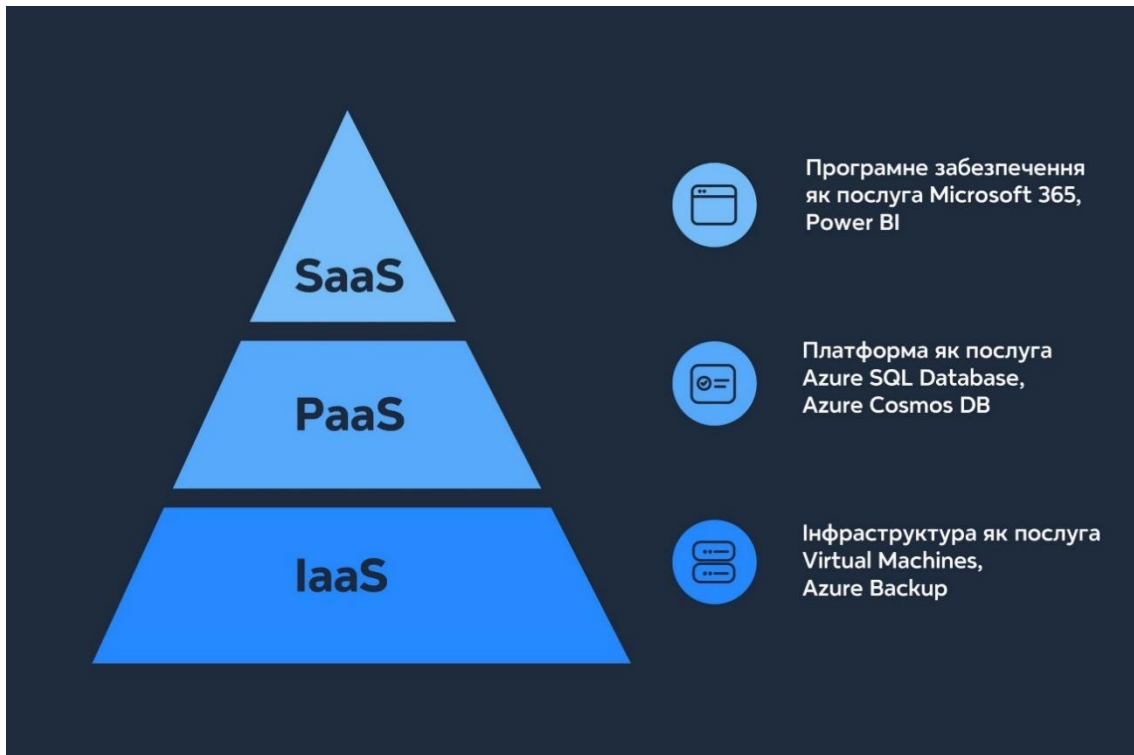


Рисунок 1.1 – Піраміда хмарних моделей

Модель IaaS надає організаціям віртуалізовані обчислювальні ресурси через інтернет. Провайдери IaaS, такі як Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform, пропонують віртуальні машини, системи зберігання даних, мережеві компоненти та інші базові інфраструктурні сервіси. Перевагою IaaS є гнучкість та повний контроль над програмним забезпеченням, операційними системами та мережевими налаштуваннями. Організація може розгорнути власні додатки, налаштувати безпеку відповідно до своїх вимог та масштабувати ресурси за потребою. Для державних організацій IaaS може бути привабливим варіантом, коли необхідно зберегти максимальний контроль над системами при отриманні переваг хмарної інфраструктури [8].

Модель PaaS надає платформу для розробки, тестування та розгортання додатків без необхідності управління базовою інфраструктурою. Сервіси PaaS, такі як Azure App Service, Google App Engine, AWS Elastic Beanstalk, забезпечують середовище виконання додатків, бази даних, middleware та інструменти розробки. Розробники можуть зосередитися на написанні коду додатка, не турбуючись про

налаштування серверів, мережі чи зберігання даних. Для державного сектору PaaS може прискорити розробку власних додатків та знизити потребу в спеціалізованій інфраструктурній експертизі.

Модель SaaS передбачає надання готових програмних додатків через інтернет на умовах підписки. Користувачі отримують доступ до додатків через веб-браузер, і всю відповідальність за інфраструктуру, платформу, додаток, дані та безпеку бере на себе провайдер SaaS. Приклади SaaS включають Microsoft 365, Google Workspace, Salesforce, а також спеціалізовані системи управління проектами, такі як Asana, Monday.com, Wrike. Для державних організацій SaaS може бути найшвидшим способом впровадження нових можливостей без потреби в розробці власних рішень [9].

За моделлю розгортання хмарні середовища поділяються на публічні, приватні, гібридні та мультихмарні. Публічна хмара надає ресурси багатьом клієнтам через інтернет, з використанням спільної інфраструктури, що забезпечує економію масштабу та зниження вартості. Однак, для державного сектору публічна хмара може викликати занепокоєння щодо безпеки та суверенітету даних, особливо коли мова йде про чутливу інформацію.

Приватна хмара розгортається виключно для однієї організації і може розміщуватися як на власних потужностях організації, так і у стороннього провайдера. Приватна хмара забезпечує більший контроль над безпекою та даними, що може бути критично важливим для державних установ. Водночас, приватна хмара вимагає значних капітальних інвестицій та експертизи для побудови і підтримки.

Гібридна хмара поєднує елементи публічної та приватної хмар, дозволяючи організаціям розміщувати чутливі робочі навантаження в приватній хмарі, а менш критичні сервіси – в публічній хмарі. Гібридний підхід забезпечує баланс між безпекою, контролем та економічною ефективністю. Для державного сектору гібридна хмара може бути оптимальним рішенням, що дозволяє поступово мігрувати в хмару, зберігаючи контроль над найбільш чутливими даними.

Мультихмарна стратегія передбачає використання сервісів від декількох хмарних провайдерів одночасно, що дозволяє уникнути залежності від одного постачальника, вибрати найкращі сервіси від різних провайдерів та забезпечити резервування та відмовостійкість. Однак, мультихмарний підхід вимагає складної інтеграції та управління, що може бути викликом для організацій з обмеженими ІТ-ресурсами [10-11].

Хмарні провайдери інвестують значні кошти в безпеку своїх платформ, включаючи фізичну безпеку дата-центрів, шифрування даних при передачі та зберіганні, захист від DDoS-атак, системи виявлення вторгнень та багато іншого. Провідні хмарні провайдери мають сертифікації відповідності різним стандартам безпеки, таким як ISO 27001, SOC 2, та можуть надавати спеціалізовані рішення для державного сектору з підвищеними вимогами до безпеки.

Microsoft Azure Government, AWS GovCloud, Google Cloud для державного сектору є прикладами спеціалізованих хмарних середовищ, розроблених з урахуванням специфічних вимог державних організацій. Ці платформи забезпечують фізичну та логічну ізоляцію державних робочих навантажень від комерційних клієнтів, обслуговуються персоналом, що пройшов відповідні перевірки безпеки, і забезпечують відповідність суворим регуляторним вимогам.

Суверенітет даних, тобто законодавчі вимоги щодо зберігання та обробки даних в межах певної юрисдикції, є важливим питанням для державного сектору. Багато країн мають закони, що вимагають зберігання персональних даних громадян або державної інформації на території країни. Хмарні провайдери реагують на ці вимоги, відкриваючи регіональні дата-центри та пропонуючи можливість географічного обмеження розміщення даних. Наприклад, Microsoft має дата-центри Azure в різних регіонах світу, включаючи європейські країни, що дозволяє клієнтам обирати місце зберігання своїх даних відповідно до законодавчих вимог [12-13].

Для України питання суверенітету даних набуває особливої актуальності в контексті кібербезпеки та захисту критичної інфраструктури. Розміщення державних даних в хмарних дата-центрах, розташованих за кордоном, може

викликати занепокоєння, водночас, розподілене зберігання даних може підвищити їх захищеність від фізичного знищення в умовах воєнних дій. Гібридний підхід, що поєднує локальну інфраструктуру для найбільш чутливих даних з використанням закордонних хмарних сервісів для резервування та менш критичних робочих навантажень, може бути розумним компромісом.

Відповідність регуляторним вимогам є критично важливою для державних інформаційних систем. Хмарні провайдери повинні демонструвати відповідність широкому спектру стандартів та регуляцій, включаючи захист персональних даних, фінансову звітність, безпеку інформації. Європейський регламент про захист даних встановлює суворі вимоги до обробки персональних даних громадян Євросоюзу, і хмарні провайдери, що працюють на європейському ринку, повинні забезпечувати відповідність цим вимогам. Для України, що прагне до європейської інтеграції, адаптація до GDPR та вибір хмарних рішень, що підтримують відповідність цьому регламенту, є важливим кроком.

Економічні переваги хмарних технологій включають перехід від капітальних витрат на придбання та обслуговування власної ІТ-інфраструктури до операційних витрат на оплату хмарних сервісів за фактичним використанням. Це дозволяє державним організаціям уникнути великих початкових інвестицій, оплачувати тільки ті ресурси, які реально використовуються, і масштабувати інфраструктуру відповідно до потреб без надлишкового резервування потужностей. Модель оплати за використання також забезпечує більшу передбачуваність витрат та спрощує бюджетне планування [14].

Швидкість впровадження нових сервісів та функціоналу значно підвищується при використанні хмарних технологій. Розгортання нових середовищ, які в традиційній моделі могли б займати тижні або місяці, в хмарі можуть бути виконані за лічені хвилини. Це дозволяє державним організаціям швидше реагувати на нові виклики, експериментувати з новими рішеннями та прискорювати цифрову трансформацію.

Автоматизація та інфраструктура як код є ключовими концепціями хмарних середовищ, які дозволяють описувати інфраструктуру за допомогою коду,

версіонувати її та автоматично розгортати. Інструменти, такі як Terraform, Azure Resource Manager Templates, AWS CloudFormation, дозволяють створювати відтворювані та консистентні середовища, зменшувати ручні помилки та прискорювати розгортання інфраструктури. Для державних проєктів, де може бути необхідність швидко розгортати типові середовища для різних проєктів, інфраструктура як код може значно підвищити ефективність.

Сервіси штучного інтелекту та машинного навчання, пропоновані провідними хмарними платформами, відкривають нові можливості для аналітики даних проєктів, прогнозування ризиків, автоматизації рутинних завдань та підвищення якості прийняття рішень. Azure Cognitive Services, AWS AI Services, Google Cloud AI Platform надають готові до використання моделі для розпізнавання образів, обробки природної мови, аналізу настроїв та інших завдань штучного інтелекту, які можуть бути інтегровані в системи управління проєктами.

Інтернет речей та хмарні технології тісно пов'язані, оскільки хмарні платформи надають потужні інструменти для збору, зберігання та аналізу величезних обсягів даних від IoT-пристроїв. Для інфраструктурних проєктів IoT-датчики можуть забезпечувати моніторинг стану будівельних робіт, відстеження переміщення матеріалів та обладнання, контроль дотримання технологічних процесів. Хмарні IoT-платформи, такі як Azure IoT Hub, AWS IoT Core, дозволяють інтегрувати дані від IoT-пристроїв з системами управління проєктами для отримання комплексної картини стану проєктів в реальному часі.

Блокчейн-технології, які також пропонуються як сервіси провідними хмарними провайдерами, можуть знайти застосування в управлінні державними проєктами для забезпечення прозорості використання коштів, незмінюваності записів про виконання робіт та автоматизації виконання контрактів через смарт-контракти. Хоча блокчейн ще не став мейнстрім-технологією в управлінні проєктами, пілотні проєкти в різних країнах демонструють потенціал цієї технології.

Хмарні сервіси для співпраці та комунікації, такі як Microsoft Teams, Google Meet, Slack, стали особливо актуальними в період пандемії COVID-19 та

залишаються важливими інструментами для розподілених команд. Для управління державними інфраструктурними проєктами, де члени команди можуть бути розподілені географічно, інструменти відеоконференцій, спільного редагування документів та миттєвого обміну повідомленнями є необхідними для ефективної співпраці.

Відновлення після аварій та забезпечення бізнес-безперервності значно спрощуються при використанні хмарних технологій. Хмарні провайдери пропонують географічно розподілені дата-центри та інструменти для автоматичного резервного копіювання даних та реплікації систем. Для державних систем, де втрата даних може мати серйозні наслідки, можливість швидкого відновлення в разі аварії є критично важливою.

Виклики та ризики хмарних технологій також необхідно враховувати. Залежність від інтернет-з'єднання означає, що доступ до хмарних сервісів може бути порушений в разі проблем з мережевим підключенням. Для критичних систем необхідно передбачати резервні канали зв'язку та можливість роботи в автономному режимі. Прив'язка до провайдера може стати проблемою, якщо організація захоче змінити хмарного постачальника, оскільки міграція даних та додатків між хмарами може бути складною та дорогою. Тому важливо з самого початку планувати архітектуру систем з урахуванням можливої міграції та уникати використання унікальних сервісів, доступних тільки у одного провайдера.

Кваліфікація персоналу є ще одним викликом, оскільки робота з хмарними технологіями вимагає нових навичок та знань. Державні організації повинні інвестувати в навчання своїх ІТ-спеціалістів або залучати зовнішніх експертів для впровадження та підтримки хмарних рішень. Основні хмарні провайдери пропонують програми навчання та сертифікації, які можуть допомогти персоналу набути необхідних компетенцій.

Культурні та організаційні зміни часто є найбільшим бар'єром для впровадження хмарних технологій. Перехід на хмару вимагає зміни мислення від володіння інфраструктурою до споживання сервісів, від повільних циклів змін до постійного впровадження нових функцій, від ізольованих систем до інтегрованих

екосистем. Керівництво організації повинно підтримувати ці зміни та сприяти формуванню нової організаційної культури.

Світовий досвід впровадження хмарних технологій в державному секторі демонструє різні підходи та стратегії. Уряд Великої Британії започаткував програму Cloud First ще у 2013 році, яка передбачала пріоритетне розгляд хмарних рішень при закупівлі нових ІТ-сервісів. Федеральний уряд США розробив стратегію Cloud Smart, яка акцентує увагу на безпеці, закупівлях та міграції робочих навантажень в хмару з урахуванням специфіки кожного випадку. Естонія, відома своїми досягненнями в електронному урядуванні, активно використовує хмарні технології для надання державних сервісів громадянам та зберігає резервні копії критичних державних даних в хмарних дата-центрах за кордоном як частину стратегії забезпечення бізнес-безперервності.

Для України впровадження хмарних технологій в державному секторі відбувається поступово, з урахуванням як міжнародного досвіду, так і специфічних викликів, з якими стикається країна. Розробка власних хмарних платформ державними ІТ-компаніями розглядається як один з варіантів забезпечення суверенітету даних та незалежності від зарубіжних провайдерів. Водночас, співпраця з міжнародними хмарними провайдерами може прискорити цифрову трансформацію та надати доступ до передових технологій та експертизи.

1.4 Висновки до першого розділу

Виконано аналіз нормативно-правового забезпечення, існуючих інформаційних систем та хмарних технологій дозволяє сформулювати наступні висновки та обґрунтувати необхідність розробки спеціалізованої інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проектами на основі хмарних технологій.

В Україні існує розгалужена система нормативно-правових актів, що регулюють управління державними інвестиційними проектами. Однак, фрагментарність та недостатня узгодженість різних нормативних документів,

відсутність єдиної методології економічної оцінки проєктів з урахуванням довгострокових ефектів та принципів сталого розвитку створюють перешкоди для ефективного управління проєктами. Необхідність гармонізації національного законодавства з європейськими стандартами та вимогами міжнародних фінансових інституцій вимагає перегляду та оновлення нормативної бази.

Аналіз існуючих інформаційних систем показав, що на ринку представлений широкий спектр рішень для управління проєктами, від універсальних систем, таких як Microsoft Project та Jira, до спеціалізованих корпоративних рішень, таких як Primavera P6. Однак, більшість комерційних систем розроблені для приватного сектору і не повністю враховують специфіку державного управління, вимоги бюджетного процесу та необхідність забезпечення високого рівня прозорості та підзвітності.

В Україні функціонує низка інформаційних систем, що використовуються в державному секторі, включаючи систему електронних закупівель ProZorro, систему електронного бюджету, галузеві системи управління проєктами. Проте, інтеграція між цими системами залишається недостатньою, що призводить до дублювання введення даних, інформаційних розривів та ускладнює формування консолідованої картини стану реалізації державних проєктів. Відсутність єдиної платформи для управління всім життєвим циклом інфраструктурних проєктів, від ідеї до експлуатації об'єкта, є значним недоліком існуючого інформаційного ландшафту.

Хмарні технології відкривають нові можливості для державного сектору, дозволяючи знизити капітальні витрати на ІТ-інфраструктуру, прискорити впровадження нових сервісів та забезпечити доступ до передових технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання, аналітика великих даних. Провідні хмарні провайдери пропонують спеціалізовані рішення для державного сектору з підвищеними вимогами до безпеки, відповідністю регуляторним нормам та можливістю забезпечення суверенітету даних.

Результатом роботи має стати проєкт інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проєктами, яка поєднає кращі

практики проєктного менеджменту, можливості хмарних технологій та врахує специфіку державного сектору України. Впровадження такої системи сприятиме підвищенню прозорості використання державних коштів, поліпшенню координації між учасниками проєктів, скороченню термінів реалізації проєктів та підвищенню якості прийняття управлінських рішень на всіх рівнях державного управління.

2 ІНФОРМАЦІЙНІ ПОТОКИ ТА МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНИМИ ІНФРАСТРУКТУРНИМИ ПРОЄКТАМИ

2.1 Концепція інформаційної системи

На основі проведеного у першому розділі аналізу нормативно-правового забезпечення, існуючих інформаційних систем та хмарних технологій сформульовано концептуальні засади побудови інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проєктами. Концепція системи базується на інтеграції процесів планування, реалізації, моніторингу та контролю проєктів у єдиному хмарному середовищі з забезпеченням наскрізної прозорості використання державних коштів.

Основною метою розроблюваної системи є створення єдиного інформаційного простору для всіх учасників процесу управління державними інфраструктурними проєктами – від центральних органів виконавчої влади до підрядників та громадськості. Система має забезпечити автоматизацію рутинних процесів, підвищення швидкості прийняття управлінських рішень, зменшення корупційних ризиків та покращення координації між різними рівнями управління.

Архітектурна концепція системи передбачає використання багаторівневої хмарної архітектури, що забезпечує гнучкість, масштабованість та відмовостійкість. На рівні інфраструктури використовується модель Infrastructure as a Service для забезпечення базових обчислювальних ресурсів та сховищ даних. Рівень платформи реалізується через Platform as a Service компоненти, що надають середовище для розгортання та виконання прикладних сервісів. Прикладний рівень містить функціональні модулі системи, доступні користувачам через веб-інтерфейс.

Концептуально система складається з п'яти основних підсистем, кожна з яких відповідає за певний аспект управління проєктами. Підсистема планування та ініціації проєктів забезпечує процеси формування ідей проєктів, проведення попередньої техніко-економічної оцінки, підготовки проєктної документації та

бюджетних запитів. Підсистема управління виконанням проєктів підтримує календарне планування робіт, розподіл ресурсів, відстеження прогресу виконання завдань та управління змінами в проєктах.



Рисунок 2.1 – Схема інформаційної системи та її підсистем

Підсистема фінансового менеджменту інтегрується з системою електронного бюджету та забезпечує планування витрат, контроль використання бюджетних коштів, формування фінансової звітності. Підсистема управління закупівлями взаємодіє з електронною системою закупівель ProZorro для автоматизації процесів проведення тендерів, укладання договорів та контролю їх виконання. Підсистема аналітики та звітності надає інструменти для формування звітів різного рівня деталізації, візуалізації даних про стан проєктів, прогнозування ризиків та оцінки ефективності використання ресурсів.

Ключовою особливістю концепції є реалізація принципу єдиного джерела правди для всіх даних проєкту. Це означає, що інформація про проєкт зберігається централізовано в єдиній базі даних без дублювання в різних системах. Всі учасники проєкту працюють з актуальними даними в режимі реального часу, що виключає проблему неузгодженості інформації між різними джерелами [15-16].

Концепція передбачає чітке розмежування прав доступу користувачів до функціональних можливостей системи та даних проєктів. Рольова модель доступу визначає права на перегляд, редагування та видалення інформації залежно від посади користувача та його ролі в конкретному проєкті. Система підтримує складні сценарії делегування повноважень та тимчасового надання прав доступу для зовнішніх експертів чи аудиторів.

Важливим аспектом концепції є забезпечення інтероперабельності з існуючими державними інформаційними системами. Система має підтримувати стандартизовані протоколи обміну даними та API для інтеграції з системою електронного бюджету, електронною системою закупівель, реєстрами юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців, земельним кадастром та іншими релевантними джерелами даних. Така інтеграція дозволяє автоматизувати збір необхідної інформації та зменшити навантаження на користувачів системи.

Концепція системи передбачає використання сучасних підходів до управління проєктами, включаючи гібридні методології, що поєднують елементи класичного водоспадного підходу з гнучкими Agile-практиками там, де це доцільно. Для довгострокових інфраструктурних проєктів з чітко визначеними вимогами використовується традиційне календарне планування з деталізацією до рівня робочих пакетів. Для проєктів з високим рівнем невизначеності або необхідністю швидкої адаптації до змін передбачена можливість використання ітеративного планування зі спринтами та інкрементальною поставкою результатів.

Система побудована на принципах прозорості та підзвітності. Всі дії користувачів у системі логуються для можливості аудиту. Ключові віхи проєктів, зміни в бюджетах, прийняті рішення фіксуються з зазначенням відповідальних осіб та часових міток. Формується повна історія проєкту від початкової ідеї до введення

об'єкта в експлуатацію, що дозволяє проводити ретроспективний аналіз для покращення майбутніх проєктів.

Концепція передбачає багаторівневу систему сповіщень та ескалації проблем. Користувачі отримують сповіщення про критичні події в проєктах, наближення дедлайнів, перевищення бюджетів чи виникнення ризикових ситуацій. Механізми автоматичної ескалації забезпечують своєчасне інформування керівництва про проблеми, що потребують втручання вищого рівня управління [18-19].

Важливою складовою концепції є підтримка мобільних пристроїв. Керівники проєктів та інші учасники мають можливість доступу до системи через мобільні додатки для оперативного отримання інформації та прийняття рішень незалежно від місця перебування. Мобільний інтерфейс оптимізований для перегляду ключових показників проєктів, затвердження документів та комунікації з командою проєкту.

Система розроблена з урахуванням потреб різних груп користувачів. Для керівників проєктів передбачені інструменти детального планування та контролю виконання робіт, управління командою, відстеження бюджету. Для керівництва центральних органів виконавчої влади реалізовані дашборди з агрегованою інформацією про портфелі проєктів, можливістю порівняльного аналізу ефективності різних проєктів та прийняття стратегічних рішень щодо пріоритизації інвестицій. Для фінансових служб надані інструменти бюджетного планування, контролю витрат та формування фінансової звітності.

Громадськість має доступ до публічної частини системи, де представлена інформація про державні інфраструктурні проєкти, їх цілі, бюджети, терміни реалізації та досягнуті результати. Така відкритість сприяє підвищенню довіри громадян до органів державної влади та дозволяє здійснювати громадський контроль за використанням державних коштів.

Концепція безпеки системи базується на багаторівневому підході до захисту інформації. На рівні мережі використовуються брандмауери, системи виявлення та запобігання вторгнень. Дані передаються каналами з шифруванням за допомогою

сучасних криптографічних протоколів. Чутлива інформація зберігається в зашифрованому вигляді в базах даних. Регулярно проводиться тестування на проникнення для виявлення та усунення вразливостей системи [20].

Для забезпечення бізнес-безперервності концепція передбачає географічно розподілене розгортання системи з реплікацією даних між кількома дата-центрами. У разі виходу з ладу одного з центрів обробки даних система автоматично переключасться на резервні потужності без втрати даних та з мінімальним простоем. Регулярно виконуються резервні копіювання даних з можливістю швидкого відновлення в разі необхідності.

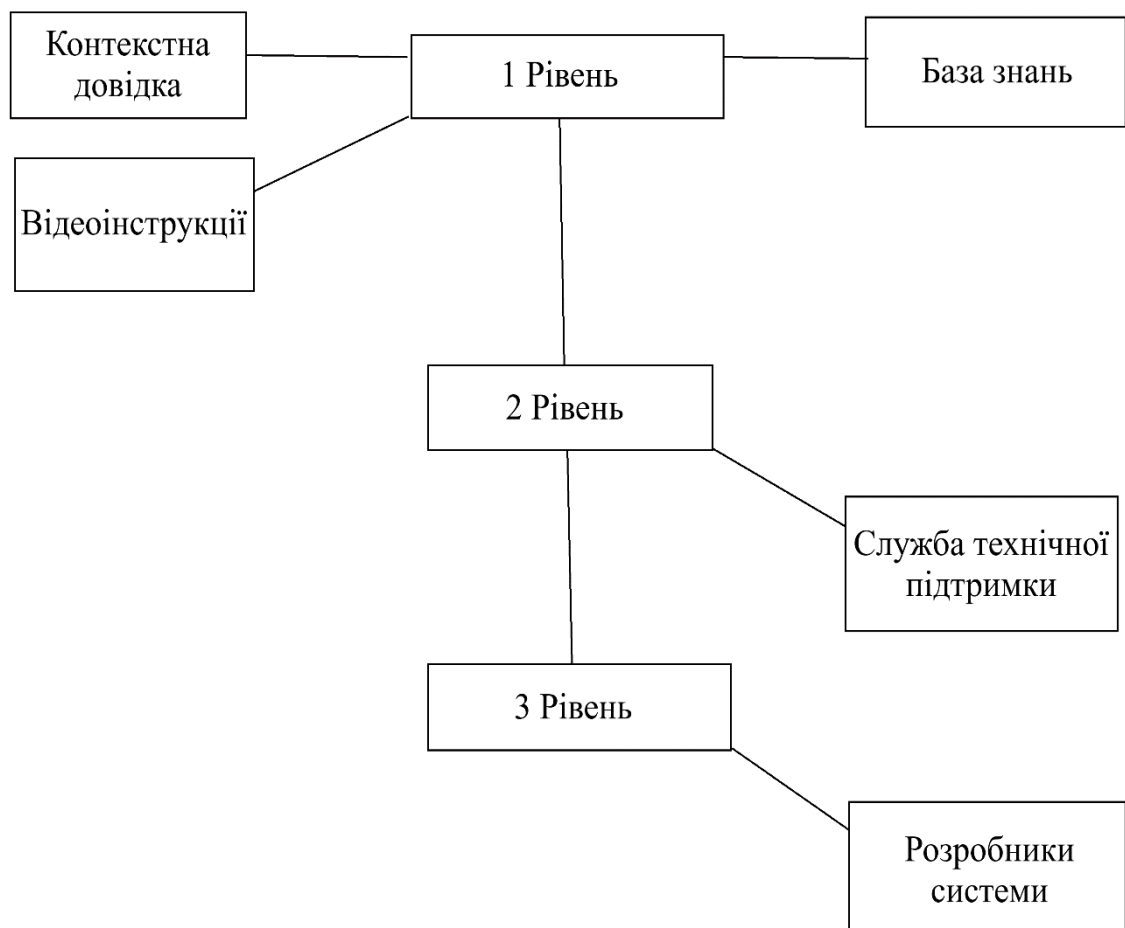


Рисунок 2.2 – Схема системи технічної підтримки користувачів

Концепція технічної підтримки користувачів передбачає створення багаторівневої системи допомоги. Перший рівень включає вбудовану в систему

контекстну довідку, відеоінструкції та базу знань з типовими питаннями. Другий рівень забезпечує служба технічної підтримки, доступна через різні канали комунікації. Третій рівень представлений спеціалістами розробника системи для вирішення складних технічних проблем [21-22].

2.2 Моделювання бізнес-процесів управління інфраструктурними проектами

Ефективне функціонування інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проектами неможливе без детального розуміння бізнес-процесів, які вона має автоматизувати. Для формалізації цих процесів використовується методологія BPMN, яка дозволяє створити графічні моделі процесів, зрозумілі як для бізнес-аналітиків, так і для технічних спеціалістів.

Життєвий цикл державного інфраструктурного проекту можна розділити на п'ять основних фаз: ініціація, планування, виконання, моніторинг і контроль, завершення. Кожна фаза характеризується специфічним набором процесів, учасників, вхідних даних та результатів. Моделювання цих процесів дозволяє виявити критичні точки, де автоматизація може принести найбільшу користь, а також визначити вимоги до інтеграції з іншими системами.

Фаза ініціації починається з формування ідеї проекту, яка може виникнути на різних рівнях державного управління або надійти від територіальних громад. Ініціатор проекту заповнює в системі попередню концепцію, вказуючи проблему, яку має вирішити проект, очікувані результати, орієнтовну вартість та терміни реалізації. Система автоматично перевіряє повноту заповнення обов'язкових полів та відповідність проекту пріоритетним напрямам державної політики [36].

Наступним кроком є попередня експертиза проекту, яка включає технічну, економічну та екологічну оцінку. Система автоматично направляє матеріали проекту відповідним експертам залежно від галузі та типу проекту. Експерти працюють в системі з використанням стандартизованих форм оцінки, що забезпечує єдиний підхід до експертизи різних проектів. Результати експертизи

консолідуються в єдиному звіті, на основі якого приймається рішення про доцільність подальшої розробки проєкту.

Для проєктів, що пройшли попередню експертизу позитивно, розпочинається процес детального планування. Розробляється повний комплект проєктної документації з використанням інструментів системи для декомпозиції проєкту на фази, етапи та робочі пакети. Система підтримує різні методи структуризації робіт, включаючи WBS та функціонально-орієнтований підхід. Для кожного елемента структури визначаються терміни виконання, необхідні ресурси, відповідальні виконавці та критерії прийняття результатів.

Календарне планування виконується з використанням методу критичного шляху, що дозволяє визначити мінімально можливі терміни реалізації проєкту та виявити завдання, затримка яких призведе до зриву загальних термінів. Система автоматично будує діаграму Ганта, мережеві графіки та розраховує резерви часу для кожного завдання. Планувальник може моделювати різні сценарії розподілу ресурсів та вибирати оптимальний варіант з точки зору балансу між термінами, вартістю та якістю [23, 8-13].

Бюджетне планування інтегроване з календарним планом. Для кожного робочого пакету визначається кошторисна вартість на основі нормативів, цін постачальників або аналогів попередніх проєктів. Система автоматично агрегує витрати по періодах та формує бюджетний запит у форматі, прийнятому для подання до системи електронного бюджету. Планувальник може провести аналіз чутливості бюджету до змін ключових параметрів та сформувати резервні фонди для покриття можливих перевитрат.

Важливою частиною планування є управління ризиками. Система містить реєстр типових ризиків для різних категорій інфраструктурних проєктів, який постійно поповнюється на основі досвіду реалізації попередніх проєктів. Команда проєкту ідентифікує релевантні ризики, оцінює їх ймовірність та вплив на цілі проєкту, розробляє стратегії реагування. Для кількісної оцінки інтегрального ризику проєкту використовується метод Монте-Карло, який моделює випадкові

відхилення параметрів та визначає ймовірність досягнення запланованих термінів та бюджету.

Планування закупівель базується на структурі робіт проєкту та визначає, які товари, роботи та послуги будуть закуповуватися, в який спосіб та в які терміни. Система формує план закупівель з прив'язкою до етапів проєкту та бюджетних асигнувань. Для кожної закупівлі визначається предмет, очікувана вартість, процедура проведення тендеру відповідно до законодавства про публічні закупівлі. Після затвердження плану закупівель система автоматично ініціює процеси в електронній системі ProZorro в відповідні терміни.

Після завершення планування та отримання бюджетного фінансування проєкт переходить у фазу виконання. Керівник проєкту розподіляє завдання між членами команди через систему, встановлює пріоритети та дедлайни. Виконавці отримують сповіщення про призначені їм завдання та можуть переглядати всю необхідну інформацію, включаючи технічні специфікації, креслення, нормативні документи. Система підтримує прикріплення файлів різних форматів до завдань та їх спільне редагування [22-23].

Процес виконання робіт супроводжується регулярним оновленням інформації про прогрес. Виконавці відмічають в системі відсоток виконання призначених їм завдань, фактично витрачений час та ресурси, виникаючі проблеми. На основі цих даних система автоматично розраховує інтегральні показники прогресу проєкту, такі як відсоток виконання робіт, освоєння бюджету, дотримання графіка. Використовується метод освоєного обсягу для аналізу ефективності виконання проєкту та прогнозування підсумкової вартості та термінів.

Управління змінами є критично важливим процесом для довгострокових інфраструктурних проєктів, де неминуче виникає потреба в коригуванні початкових планів. Система підтримує формальну процедуру запиту на зміну, яка включає опис зміни, обґрунтування необхідності, оцінку впливу на терміни, бюджет та якість, рекомендації щодо прийняття або відхилення запиту. Запити розглядаються комітетом з управління змінами, рішення якого фіксуються в

системі. Після затвердження зміни система автоматично актуалізує відповідні розділи проєктного плану.

Процес управління закупівлями на етапі виконання включає проведення тендерів через електронну систему ProZorro, оцінку пропозицій учасників, укладання договорів з переможцями, контроль виконання договірних зобов'язань. Система інтегрується з ProZorro для автоматичного отримання інформації про оголошені тендери, подані пропозиції, визначених переможців. Контракти з постачальниками реєструються в системі з зазначенням предмету, вартості, термінів поставки, штрафних санкцій. Відстежується факт виконання постачальниками своїх зобов'язань, формуються акти виконаних робіт, здійснюється оплата після підтвердження якості.

Фінансовий менеджмент на етапі виконання включає процеси бюджетного контролю та фінансової звітності. Всі фактичні витрати за проєктом фіксуються в системі з прив'язкою до конкретних робочих пакетів та статей бюджету. Система автоматично порівнює фактичні витрати з планом, виявляє відхилення та формує попередження при перевищенні встановлених лімітів. Фінансові звіти формуються в розрізах, необхідних для внутрішнього управління та зовнішньої звітності перед органами фінансового контролю.

Управління якістю включає процеси планування якості, забезпечення якості та контролю якості. На етапі планування визначаються стандарти якості, яким має відповідати результат проєкту, та метрики для вимірювання відповідності цим стандартам. В процесі виконання проводяться регулярні аудити якості процесів та проміжних результатів. Система підтримує чек-листи для перевірки виконання вимог якості, реєстрацію виявлених дефектів та відстеження їх усунення. Статистика дефектів аналізується для виявлення системних проблем та вжиття коригуючих дій.

Управління комунікаціями забезпечує своєчасне збирання, зберігання та розповсюдження проєктної інформації серед зацікавлених сторін. Система підтримує різні канали комунікації, включаючи внутрішній месенджер для оперативного обміну повідомленнями між членами команди, форум для

обговорення проблемних питань, систему відеоконференцій для проведення нарад. Формуються регулярні звіти про стан проєкту для різних аудиторій з відповідним рівнем деталізації. Ведеться протоколювання зустрічей проєктного комітету з фіксацією прийнятих рішень та призначених дій.

Процеси моніторингу і контролю виконуються паралельно з процесами виконання протягом всього життєвого циклу проєкту. Моніторинг передбачає регулярне відстеження ключових показників ефективності проєкту та порівняння їх з базовими планами. Система автоматично розраховує такі показники як індекс виконання вартості, індекс виконання розкладу, прогнозовану вартість при завершенні, відхилення за термінами. На основі цих показників формуються дашборди для різних рівнів управління з візуалізацією стану проєкту та трендів [26].

Контроль включає аналіз відхилень від планів, визначення їх причин та розробку коригуючих дій. Система підтримує різні методи аналізу, включаючи аналіз першопричин для виявлення глибинних факторів проблем, аналіз трендів для прогнозування майбутніх відхилень, порівняльний аналіз з аналогічними проєктами для оцінки конкурентоспроможності показників. Результати аналізу документуються у вигляді звітів з рекомендаціями щодо подальших дій.

Управління стейкхолдерами включає ідентифікацію всіх зацікавлених сторін проєкту, аналіз їх інтересів та впливу на проєкт, розробку стратегій взаємодії. Система містить реєстр стейкхолдерів з інформацією про їх роль, інтереси, очікування, рівень підтримки проєкту. Плануються та фіксуються комунікації з ключовими стейкхолдерами. Регулярно оцінюється рівень задоволеності стейкхолдерів ходом реалізації проєкту та вживаються заходи для підвищення їх залученості.

Фаза завершення проєкту включає процеси формального прийняття результатів, закриття контрактів, звільнення ресурсів, архівування проєктної документації, проведення ретроспективного аналізу. Система підтримує формування акту прийняття-передачі результатів проєкту з перевіркою відповідності технічним специфікаціям та вимогам якості. Всі контракти

закриваються з підтвердженням виконання зобов'язань сторонами та проведенням остаточних розрахунків.

Важливою частиною завершення є аналіз отриманих уроків. Команда проєкту проводить ретроспективну зустріч, на якій обговорюється, що було зроблено добре, які виникли проблеми, які рішення виявилися ефективними, а які ні. Результати фіксуються в системі у вигляді структурованих записів, які стають доступними для інших проєктних команд. Така база знань накопичується та використовується для покращення практик управління майбутніми проєктами.

2.3 Моделі інформаційних потоків системи

Інформаційні потоки в системі підтримки управління державними інфраструктурними проєктами характеризуються значною складністю через велику кількість учасників, різноманітність типів інформації та необхідність інтеграції з множиною зовнішніх систем. Для формалізації цих потоків використовується комбінація діаграм потоків даних та моделей обміну повідомленнями.

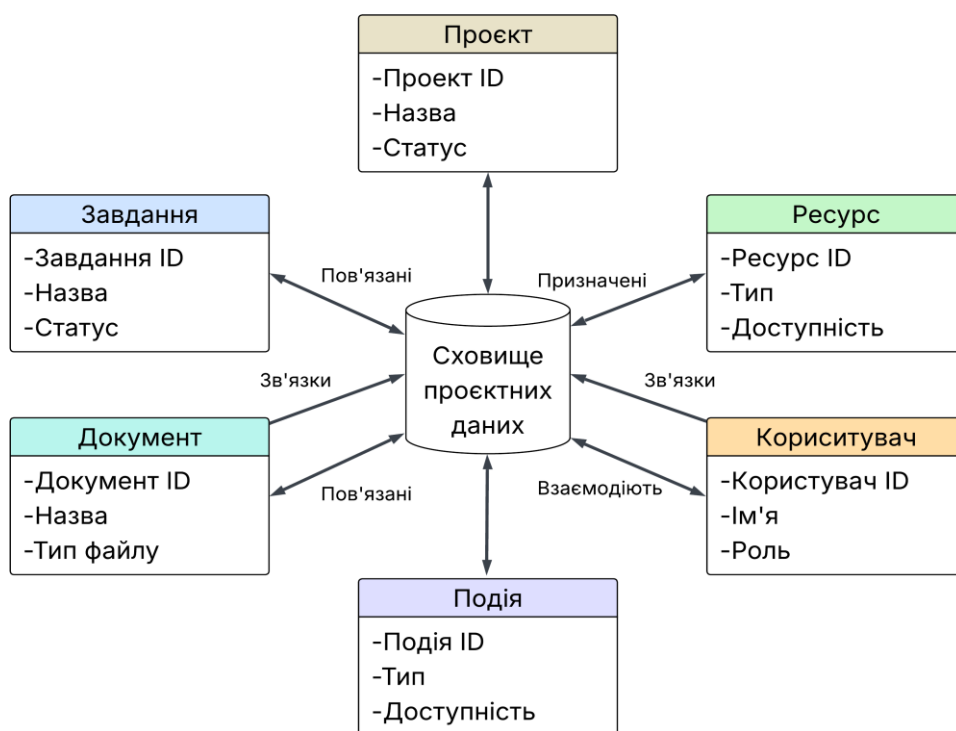


Рисунок 2.3 – Схема сховища проєктних даних

Центральним елементом інформаційної архітектури системи є сховище проєктних даних, яке містить усю інформацію про проєкти в структурованому вигляді. Це сховище реалізоване як реляційна база даних з додатковими сховищами для неструктурованих даних. Реляційна модель бази даних заснована на математичному понятті відношення та дозволяє організувати дані у вигляді таблиць, де кожна таблиця складається з атрибутів і кортежів. Базова інформаційна модель включає сутності проєкт, завдання, ресурс, документ, подія, користувач та зв'язки між ними, що забезпечує структуру і взаємозв'язки даних у системі.

Математично реляційну структуру можна проілюструвати через декартовий добуток множин. Наприклад, якщо є множини $D_1 = \{2, 4\}$, та $D_2 = \{1, 3, 5\}$, їх декартовий добуток $D_1 \cdot D_2$ містить усі можливі пари: де перший елемент береться з D_1 , а другий — з D_2 :

$$A \cdot B = \{ (a, b) \mid a \in A, b \in B \}, \quad (2.1)$$

де:

A, B – довільні множини;

a – елемент, що належить множині A ;

b – елемент, що належить множині B .

Такий підхід демонструє, як реляційна база даних забезпечує зберігання структурованої інформації про проєкти та формування зв'язків між усіма ключовими сутностями системи.

Сутність проєкт містить атрибути, що описують основні характеристики проєкту: унікальний ідентифікатор, назва, опис, галузь, тип інфраструктури, географічне розташування, відповідальна організація, керівник проєкту, дати початку та завершення, загальний бюджет, поточний статус, пріоритет. Також зберігається інформація про зв'язки з іншими проєктами, якщо такі існують, наприклад, коли проєкт є частиною програми або портфеля проєктів [27].

Сутність завдання представляє елементи структури декомпозиції робіт проекту. Кожне завдання має найменування, опис, відповідального виконавця, заплановані та фактичні дати початку і завершення, відсоток виконання, трудомісткість, вартість, попередників і наступників відповідно до логіки послідовності виконання робіт. Завдання може мати підзавдання, формуючи ієрархічну структуру довільної глибини.

Сутність ресурсу описує людські, матеріальні, фінансові та інші ресурси, необхідні для реалізації проекту. Для людських ресурсів зберігається інформація про кваліфікацію, досвід, вартість робочого часу, доступність. Для матеріальних ресурсів фіксуються технічні характеристики, постачальники, ціни, терміни поставки. Ресурси призначаються на завдання з зазначенням кількості та часу використання.

Сутність документу представляє всі документи, пов'язані з проектом: проектна документація, договори, акти, звіти, протоколи, креслення тощо. Для кожного документа зберігається тип, версія, автор, дата створення, статус затвердження, файл з вмістом. Підтримується версіонування документів з можливістю перегляду історії змін та відкату до попередніх версій.

Сутність події фіксує всі значущі події в житті проекту: створення, зміна статусу, досягнення віх, виникнення ризикових ситуацій, прийняття рішень тощо. Для кожної події зберігається час виникнення, тип, опис, пов'язані об'єкти, ініціатор. Журнал подій використовується для аудиту та аналізу діяльності учасників проекту.

Інформаційні потоки між компонентами системи реалізуються через набір API, що надають стандартизовані інтерфейси для створення, читання, оновлення та видалення даних. Використовується архітектура REST для синхронних взаємодій та черги повідомлень для асинхронних процесів, що не потребують негайної відповіді [28].

Ключовим інформаційним потоком є процес створення нового проекту. Ініціатор через веб-інтерфейс заповнює форму з основними параметрами проекту. Дані передаються на прикладний сервер, де виконується валідація коректності

заповнення обов'язкових полів та відповідності типів даних. Після успішної валідації в базі даних створюється новий запис з присвоєнням унікального ідентифікатора проєкту. Генерується подія створення проєкту, яка фіксується в журналі. Відправляються сповіщення зацікавленим особам про необхідність проведення попередньої експертизи.

Експерти отримують сповіщення через систему або електронною поштою залежно від налаштувань. При вході в систему їм відображається список проєктів, що очікують на експертизу. Обравши проєкт, експерт переглядає всю доступну інформацію та заповнює експертний висновок з використанням структурованої форми. Висновок зберігається в базі даних з прив'язкою до проєкту. Після надання висновків всіма призначеними експертами система автоматично консолідує їх в загальний звіт та змінює статус проєкту відповідно до результатів експертизи.

Процес планування генерує інтенсивні інформаційні потоки між різними модулями системи. Календарне планування створює структуру завдань проєкту з усіма зв'язками та обмеженнями. Ця інформація передається модулю розподілу ресурсів, який призначає виконавців та обладнання на завдання з урахуванням їх доступності та навантаження по інших проєктах. Модуль бюджетного планування отримує інформацію про завдання та призначені ресурси, розраховує вартість кожного елемента робіт та агрегує дані в загальний бюджет проєкту.

Інтеграція з системою електронного бюджету реалізована через API, що дозволяє експортувати бюджетні запити у форматі, прийнятому цією системою. Система підтримки управління проєктами формує XML або JSON файл з детальною інформацією про заплановані витрати в розрізі кодів економічної класифікації видатків, кварталів та місяців планового періоду. Цей файл передається в систему електронного бюджету, де проходить перевірку на відповідність лімітам та включається в проєкт бюджету. Зворотній потік інформації надходить після затвердження бюджету і містить дані про виділені асигнування, які система фіксує як базовий бюджет проєкту [29-30].

На етапі виконання формуються потоки оперативної інформації про поточний стан робіт. Виконавці щодня або щотижня оновлюють відсотки

виконання призначених їм завдань, фактично витрачений час. Ця інформація агрегується на рівні робочих пакетів, фаз та всього проєкту. Модуль аналізу освоєного обсягу на основі цих даних розраховує показники ефективності виконання та прогнозує підсумкову вартість і терміни. Результати розрахунків відображаються на дашбордах керівника проєкту та інших зацікавлених осіб.

Інтеграція з електронною системою закупівель ProZorro включає двосторонній обмін інформацією. Система підтримки управління проєктами відправляє в ProZorro інформацію про оголошення закупівлі, включаючи предмет, очікувану вартість, технічні вимоги, умови участі у тендері. ProZorro повертає дані про подані пропозиції учасників, результати аукціону, визначеного переможця, укладений договір. Ця інформація автоматично фіксується в системі та пов'язується з відповідними завданнями проєкту.

Процес управління документами генерує потоки файлів різних форматів між учасниками проєкту. Документи завантажуються в систему, зберігаються в сховищі файлів, індексуються для можливості пошуку. Система підтримує контроль версій документів, відстеження історії змін, блокування для редагування одним користувачем. Реалізований механізм затвердження документів з можливістю паралельного або послідовного узгодження декількома особами. Сповіщення про необхідність погодити документ відправляються узгоджувачам, статус затвердження відображається на картці документа [31-32].

Комунікаційні потоки між учасниками проєкту реалізуються через вбудований месенджер, форум та систему відеоконференцій. Повідомлення месенджера зберігаються в базі даних з можливістю пошуку по історії спілкування. Підтримуються як приватні діалоги між двома користувачами, так і групові чати для обговорення питань командою. Форум організований у вигляді дерева тем, де користувачі можуть створювати нові теми та коментувати існуючі. Відеоконференції проводяться з використанням сторонніх сервісів, інтегрованих в систему, з можливістю запису для подальшого перегляду.

Потоки звітної інформації направлені від системи до зовнішніх споживачів звітів. Формуються регулярні звіти про стан проєктів для керівництва центральних

органів виконавчої влади, Міністерства фінансів, Рахункової палати, інших контролюючих органів. Звіти генеруються автоматично на основі даних з бази в форматах PDF, Excel, Word. Розроблена система шаблонів звітів, що дозволяє швидко створювати документи встановленої форми. Звіти можуть відправлятися електронною поштою або завантажуватися користувачами через веб-інтерфейс.

Потоки аналітичної інформації формуються модулем бізнес-аналітики на основі агрегації даних з множини проєктів. Виконується багатовимірний аналіз з можливістю розрізів по різних атрибутах проєктів. Користувачі можуть створювати власні аналітичні запити з використанням інтуїтивного конструктора або писати SQL-запити безпосередньо. Результати візуалізуються у вигляді таблиць, діаграм, картограм. Підтримується експорт аналітичних даних в зовнішні інструменти бізнес-аналітики для проведення складних досліджень.

Інформаційні потоки з громадськістю реалізуються через публічний портал системи. На портал автоматично публікується інформація про проєкти, доступна для загального перегляду відповідно до законодавства про доступ до публічної інформації. Громадяни можуть переглядати каталог проєктів, фільтрувати їх за різними критеріями, отримувати детальну інформацію про обраний проєкт, включаючи цілі, бюджет, терміни, результати, фотозвіти з будівельних майданчиків. Передбачена можливість підписки на оновлення інформації про проєкти, що цікавлять користувача [34-35].

Потоки сповіщень про події в системі реалізовані через модуль нотифікацій. Користувачі можуть налаштувати, про які події вони хочуть отримувати сповіщення та через які канали. Підтримуються внутрішньосистемні сповіщення, електронна пошта, SMS, push-повідомлення в мобільних додатках. Сповідження генеруються автоматично при виникненні відповідних подій, наприклад, призначення нового завдання, наближення дедлайну, перевищення бюджету, необхідності погодити документ. Це дозволяє учасникам проєкту своєчасно реагувати на зміни ситуації без необхідності постійно перевіряти стан справ в системі.

Потоки аудиту фіксують всі дії користувачів для забезпечення можливості розслідування інцидентів та дотримання вимог регуляторів. Кожна транзакція в базі даних супроводжується записом в аудит-логі з зазначенням користувача, часу, типу операції, зміненого об'єкта. Журнал аудиту захищений від модифікації та видалення, зберігається протягом встановленого законодавством терміну. Система містить інструменти для пошуку та аналізу записів аудиту, генерації звітів про активність користувачів для перевірок служби інформаційної безпеки [34].

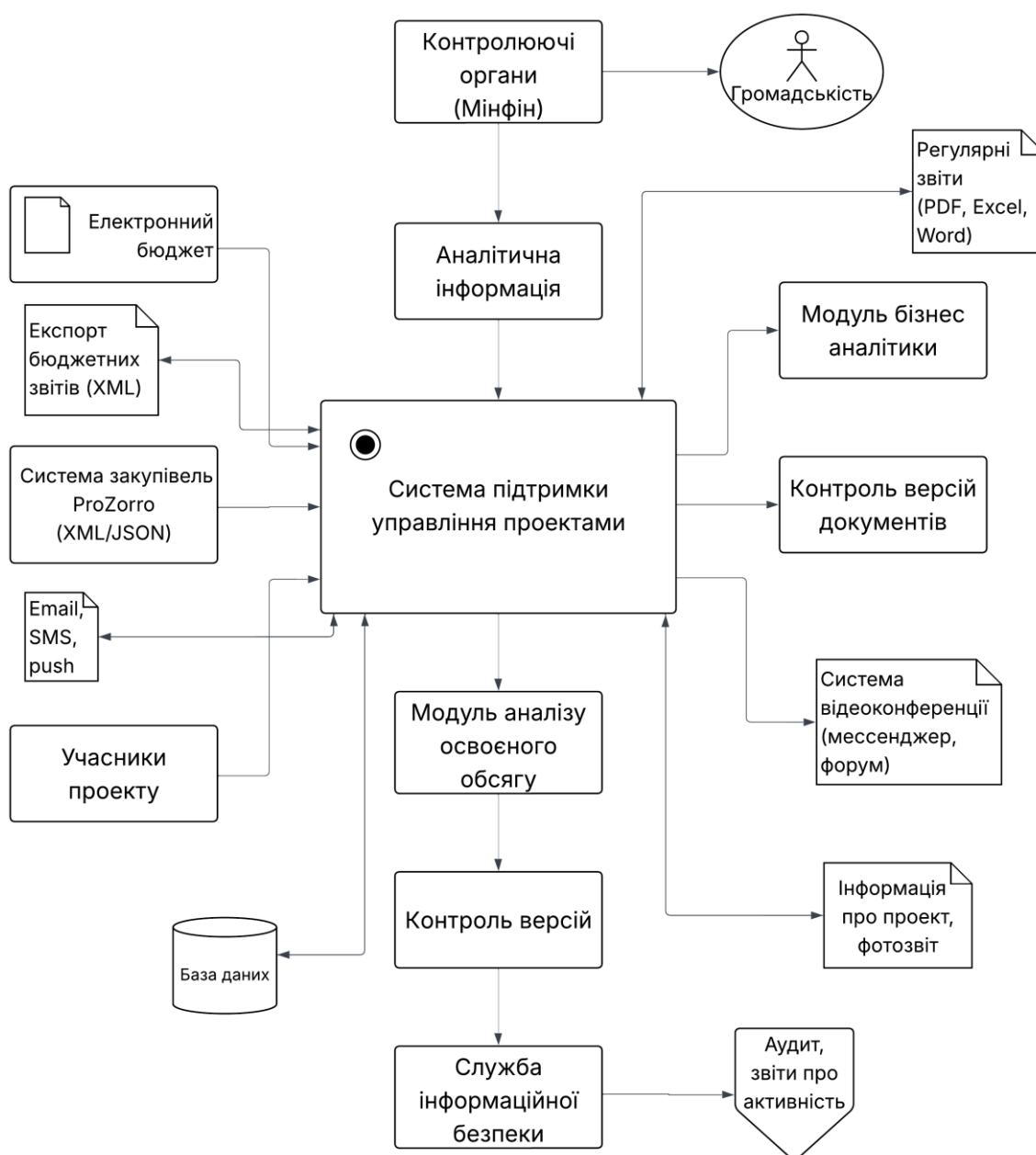


Рисунок 2.4 – Схема системи підтримки управління проектами

2.4 Висновки до другого розділу

У другому розділі розроблено концептуальні засади побудови інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проєктами, виконано моделювання ключових бізнес-процесів та визначено структуру інформаційних потоків системи.

Запропонована концепція системи базується на інтеграції всіх процесів управління проєктами від ініціації до завершення в єдиному хмарному середовищі. Багаторівнева хмарна архітектура забезпечує необхідну гнучкість, масштабованість та відмовостійкість для обслуговування великої кількості одночасних користувачів та проєктів. П'ять основних підсистем покривають повний спектр функціональних потреб учасників процесу управління державними інфраструктурними проєктами.

Особливу увагу приділено процесам, які є критичними для ефективності управління державними проєктами: попередня експертиза на етапі ініціації для відсіювання недоцільних проєктів, детальне планування з використанням сучасних методів календарного та ресурсного планування, управління ризиками для запобігання або мінімізації негативних впливів, управління змінами для контрольованої адаптації планів до змінних умов, управління якістю для забезпечення відповідності результатів встановленим вимогам.

Визначено основні інформаційні потоки між компонентами системи та зовнішніми системами. Потоки створення та оновлення проєктної інформації забезпечують актуалізацію даних в режимі реального часу. Потоки інтеграції з зовнішніми системами дозволяють автоматизувати обмін даними для зменшення дублювання інформації. Комунікаційні потоки підтримують взаємодію між учасниками проєктів. Звітні та аналітичні потоки надають необхідну інформацію для прийняття управлінських рішень на різних рівнях.

3 МЕТОД ТА АЛГОРИТМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

3.1 Алгоритм збору та обробки інформації про проєкт

Ефективність функціонування інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проєктами значною мірою визначається якістю алгоритмів збору та обробки інформації. Розроблений алгоритм забезпечує автоматизацію процесів збирання даних з різних джерел, їх валідацію, трансформацію до єдиного формату та завантаження в централізоване сховище даних.

Процес збору інформації розпочинається з ініціалізації сеансу роботи користувача в системі. При вході користувач проходить автентифікацію через багатофакторний механізм, який включає перевірку логіна та пароля, а також додаткове підтвердження через одноразовий код, надісланий на мобільний телефон або згенерований у спеціалізованому додатку. Після успішної автентифікації система завантажує профіль користувача з бази даних, визначає його ролі та права доступу до різних функціональних модулів та даних проєктів.

На основі ролі користувача система формує персоналізований інтерфейс, який відображає тільки ті елементи управління та дані, до яких користувач має доступ. Це реалізовано через механізм динамічної генерації компонентів інтерфейсу на основі метаданих про права доступу. Для керівника проєкту відображаються всі проєкти, де він призначений керівником, з можливістю детального перегляду та редагування інформації. Для члена проєктної команди показуються тільки ті проєкти, в яких він бере участь, з можливістю перегляду загальної інформації та редагування призначених йому завдань.

Процес створення нового проєкту в системі реалізований як багатокроковий майстер, який послідовно збирає всю необхідну інформацію від ініціатора. На першому кроці користувач вводить базові атрибути проєкту: назву, коротку та повну описи, галузь, тип інфраструктури, географічне розташування. Система забезпечує валідацію введених даних на рівні клієнтського інтерфейсу,

перевіряючи заповнення обов'язкових полів, відповідність типів даних, дотримання обмежень на довжину текстових полів. При спробі перейти до наступного кроку без заповнення обов'язкових полів відображаються повідомлення про помилки з вказівкою на проблемні поля [35].

На другому кроці майстер ініціатор визначає учасників проекту, призначаючи керівника проекту, членів проектної команди, відповідальних від організації-замовника. Система надає можливість пошуку користувачів за прізвищем, посадою, організацією. Для кожного учасника вказується його роль в проекті з можливістю призначення кількох ролей одному користувачу. Автоматично перевіряється, чи мають призначені користувачі відповідні компетенції для виконання своїх ролей, і система видає попередження, якщо компетенції недостатні.

Третій крок присвячений визначенню часових параметрів проекту. Ініціатор вказує плановану дату початку та завершення проекту, основні віхи з очікуваними результатами. Система виконує перевірку логічності часових параметрів, контролюючи, щоб дата завершення була пізніше дати початку, а віхи розташовувалися в хронологічному порядку в межах часових рамок проекту. Також система аналізує навантаження на ключових учасників проекту в зазначений період з урахуванням їх зайнятості в інших проектах і попереджає про можливі конфлікти ресурсів.

На четвертому кроці визначаються фінансові параметри проекту. Ініціатор вказує загальну орієнтовну вартість проекту, джерела фінансування, розподіл витрат по роках. Система автоматично перевіряє відповідність запитуваних обсягів фінансування доступним лімітам бюджетних асигнувань для відповідної галузі та організації. При перевищенні лімітів система блокує можливість створення проекту до узгодження додаткового фінансування з вищим керівництвом [36].

П'ятий крок передбачає завантаження підтверджуючих документів: техніко-економічного обґрунтування, попередніх розрахунків вартості, листів підтримки від зацікавлених сторін. Система підтримує завантаження файлів різних форматів з обмеженням на максимальний розмір одного файлу та загальний обсяг

документів проєкту. При завантаженні виконується антивірусна перевірка файлів, а також автоматичне розпізнавання типу документа та витягування метаданих для полегшення подальшого пошуку.

Після завершення всіх кроків майстра та натискання кнопки створення проєкту система виконує остаточну валідацію всіх введених даних на серверній стороні. Це необхідно для запобігання обходу клієнтської валідації через маніпуляції з браузером. Якщо валідація успішна, в базі даних створюється новий запис проєкту з присвоєнням унікального ідентифікатора. Одночасно створюються пов'язані записи про учасників проєкту, віхи, завантажені документи.

Генерується подія створення проєкту, яка фіксується в журналі аудиту з зазначенням користувача-ініціатора, часової мітки, всіх введених атрибутів. Ця подія запускає бізнес-процес попередньої експертизи проєкту. Система автоматично визначає необхідний склад експертів на основі галузі та типу проєкту, використовуючи конфігуровані правила призначення. Кожному призначеному експерту відправляється сповіщення про необхідність провести експертизу з посиланням на картку проєкту в системі [37].

Алгоритм обробки експертних висновків реалізований як процес агрегації думок множини експертів з різними вагами їх оцінок залежно від компетентності та досвіду. Кожен експерт заповнює структуровану форму експертного висновку, яка включає оцінки за різними критеріями: технічна реалізованість, економічна доцільність, екологічна прийнятність, соціальна значущість, відповідність стратегічним пріоритетам. Для кожного критерію експерт виставляє бальну оцінку та надає текстове обґрунтування.

Після надання висновків всіма призначеними експертами система виконує автоматичний розрахунок інтегральної оцінки проєкту за формулою зваженого середнього. Ваги критеріїв та експертів беруться з конфігурації системи і можуть налаштовуватися адміністраторами залежно від пріоритетів державної політики. Якщо інтегральна оцінка перевищує встановлений поріг прийнятності, проєкт автоматично переходить в статус схвалений для подальшого планування. Якщо

оцінка нижче порогу, проєкт відхиляється з можливістю доопрацювання та повторного подання.

Процес детального планування проєкту передбачає створення структури декомпозиції робіт через ієрархічний редактор. Керівник проєкту може створювати фази, етапи, робочі пакети та завдання довільної глибини вкладеності. Для кожного елемента структури вказується найменування, опис, відповідальний виконавець, тривалість, трудомісткість. Система забезпечує гнучкі можливості для копіювання, переміщення, видалення елементів структури з автоматичним перерахунком агрегованих показників на верхніх рівнях ієрархії.

Після створення структури робіт керівник проєкту визначає логічні зв'язки між завданнями, вказуючи відносини попередник-наступник. Система підтримує різні типи зв'язків: фініш-старт, коли наступне завдання може початися тільки після завершення попереднього; старт-старт, коли завдання повинні початися одночасно; фініш-фініш, коли завдання повинні завершитися одночасно; старт-фініш для рідкісних випадків специфічної логіки. Для кожного зв'язку можна вказати лаг або випередження, що дозволяє моделювати складні залежності.

На основі структури робіт, тривалостей завдань та логічних зв'язків система виконує розрахунок календарного плану проєкту з використанням алгоритму методу критичного шляху. Алгоритм виконує прямий та зворотний прохід по мережевому графіку для визначення ранніх та пізніх дат початку і завершення кожного завдання, обчислення резервів часу. Ідентифікується критичний шлях як послідовність завдань з нульовими резервами, затримка будь-якого з яких призведе до зриву термінів всього проєкту.

Результати календарного планування візуалізуються у вигляді діаграми Ганта, де завдання представлені горизонтальними смугами на часовій шкалі. Діаграма Ганта є інтерактивною, дозволяючи переміщати завдання мишею для зміни дат початку, розтягувати смуги для зміни тривалості. При кожній зміні система автоматично перераховує весь календарний план з урахуванням обмежень та залежностей.

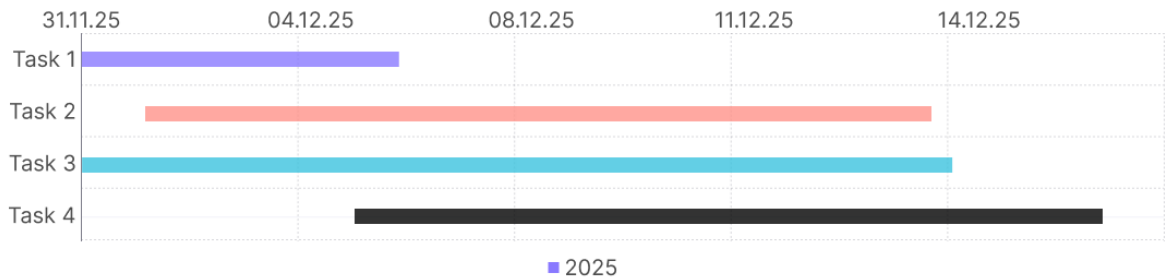


Рисунок 3.1 – Приклад діаграми Ганта з проекту

Алгоритм розподілу ресурсів на завдання враховує доступність кожного ресурсу, його навантаження в різних проєктах, календар робочого часу з урахуванням вихідних та святкових днів. Для людських ресурсів система підтримує календарі з можливістю позначення відпусток, відряджень, лікарняних. При призначенні ресурсу на завдання перевіряється, чи не призведе це до перевантаження ресурсу понад його робочу норму. Якщо перевантаження виявлено, система пропонує варіанти вирішення конфлікту: зміщення дат завдання, залучення додаткових ресурсів, зменшення інтенсивності використання ресурсу [38].



Рисунок 3.2 – Гістограма алгоритму розподілу ресурсів. Початкове призначення



Рисунок 3.3 – Гістограма алгоритму розподілу ресурсів. Вирівнювання ресурсів

Процес бюджетного планування інтегрований з календарним планом та розподілом ресурсів. Для кожного робочого пакета система автоматично розраховує вартість на основі нормативів вартості робочого часу призначених людських ресурсів, цін матеріалів та обладнання, вартості послуг підрядників. Загальний бюджет проєкту формується як сума витрат всіх робочих пакетів з додаванням резервів на покриття непередбачених витрат та управлінських витрат.

Система підтримує розподіл бюджету в часі відповідно до календарного плану робіт. Для кожного періоду розраховується плановий обсяг витрат на основі запланованих до виконання робіт.

Алгоритм управління ризиками включає процеси ідентифікації, якісного та кількісного аналізу ризиків, планування реагування. Система містить базу знань типових ризиків для різних категорій проєктів, яка використовується як шаблон при створенні реєстру ризиків нового проєкту. Команда проєкту доповнює

початковий список специфічними ризиками, виявленими для конкретного проєкту на основі досвіду та мозкового штурму.

Метод Дельфі в межах інформаційної системи реалізується як ітераційний процес обробки експертних оцінок, що інтегрується з модулем управління ризиками: на основі бази знань система формує базовий реєстр, який команда доповнює специфічними ризиками, після чого алгоритм проводить серію анонімних раундів оцінювання для досягнення консенсусу щодо ймовірності та впливу загроз. Такий підхід автоматизує якісний і кількісний аналіз, перетворюючи суб'єктивні думки фахівців на об'єктивні дані для планування реагування, а фінальні результати автоматично оновлюють репозиторій типових ризиків для майбутніх проєктів.

Інтеграція методу Дельфі з хмарними технологіями забезпечує масштабованість процесу: залучення територіально розподілених фахівців відбувається в режимі асинхронної взаємодії, що скорочує часові витрати на підготовку аналітичних звітів. Крім того, використання методів машинного навчання в межах такої системи дозволяє аналізувати точність попередніх прогнозів кожного експерта, автоматично присвоюючи вагові коефіцієнти їхнім оцінкам у наступних ітераціях. Таким чином, цифровізація експертного оцінювання перетворює метод Дельфі з громіздкої процедури на динамічний інструмент підтримки прийняття рішень, який у реальному часі адаптує стратегію управління інфраструктурним проєктом до мінливих умов середовища.

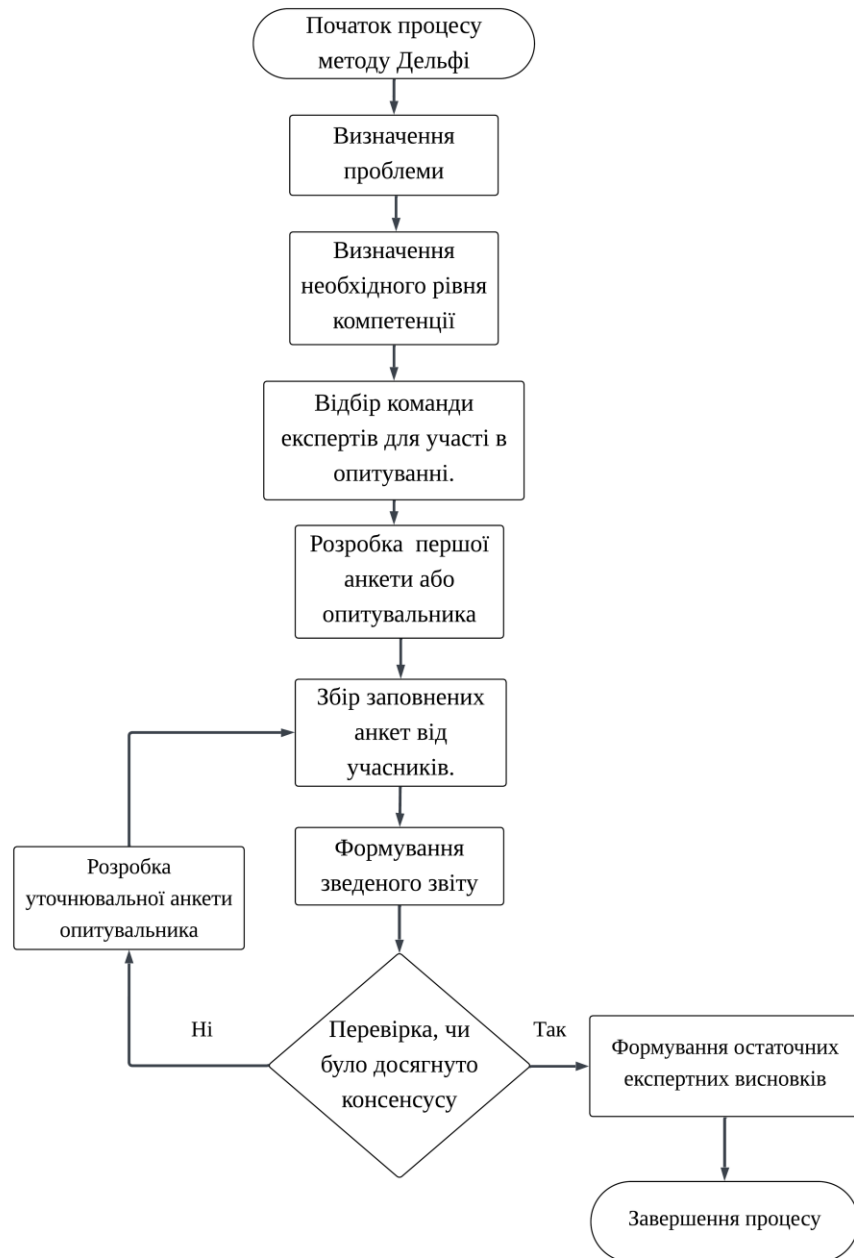


Рисунок 3.4 – Схема методу Дельфі [49]

Для ризиків з високим пріоритетом розробляються стратегії реагування: уникнення ризику через зміну плану проєкту для усунення загрози, передача ризику третій стороні через страхування або контрактні умови, пом'якшення ризику через превентивні заходи для зменшення ймовірності або впливу, прийняття ризику зі створенням резервів для покриття можливих наслідків. Для кожної стратегії визначаються конкретні дії, відповідальні особи, необхідні ресурси.

Процес моніторингу виконання проєкту включає регулярне збирання фактичних даних про прогрес робіт, витрачені ресурси, понесені витрати. Виконавці оновлюють статус призначених їм завдань, вказуючи відсоток виконання або фактичні дати початку і завершення. Система автоматично розраховує відхилення фактичних термінів від планових, виявляє затримки, прогнозує їх вплив на кінцеві терміни проєкту з урахуванням залежностей між завданнями.

Система прогнозує підсумкову вартість та термін завершення проєкту на основі поточних тенденцій ефективності виконання. Використовуються різні методи прогнозування залежно від припущень про характер майбутніх відхилень. Якщо прогнозовані підсумкові показники значно відрізняються від базових планів, система генерує попередження для керівника проєкту про необхідність вжиття коригуючих дій або перегляду базових планів.

Члени комітету розглядають запит, додають свої коментарі та рекомендації, голосують за прийняття або відхилення зміни. Система підтримує різні режими голосування: одностайне рішення, проста більшість, кваліфікована більшість. Після досягнення необхідного консенсусу запит автоматично отримує статус затверджений або відхилений. Для затверджених запитів система актуалізує відповідні елементи планів проєкту, версіонує зміни для можливості перегляду історії та відкату у разі необхідності.

3.2 Метод підтримки управлінських рішень у системі

Ефективність управління державними інфраструктурними проєктами значною мірою залежить від якості та своєчасності прийнятих управлінських рішень на різних рівнях. Розроблений метод підтримки прийняття рішень базується на інтеграції аналітичних інструментів, інтелектуального аналізу даних та візуалізації інформації для надання особам, що приймають рішення, всебічної картини стану справ та можливих варіантів дій.

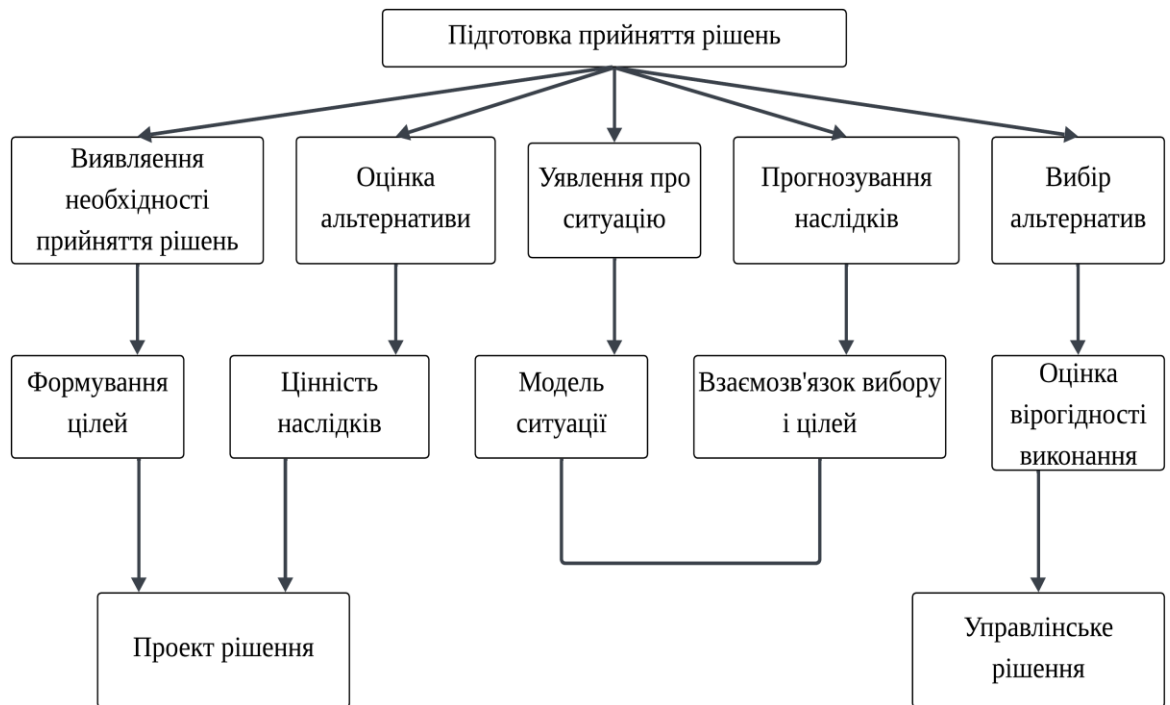


Рисунок 3.5 – Багаторівнева модель прийняття рішень

Концептуальною основою методу є багаторівнева модель прийняття рішень, яка враховує ієрархічну структуру управління державними проектами. На стратегічному рівні керівництво центральних органів виконавчої влади приймає рішення про портфель проектів, пріоритизацію та розподіл обмежених бюджетних ресурсів між конкуруючими проектами. На тактичному рівні керівники окремих проектів приймають рішення про способи досягнення цілей проектів в межах виділених ресурсів та термінів. На оперативному рівні члени проектних команд приймають рішення про виконання конкретних завдань та вирішення поточних проблем.

Для кожного рівня управління метод передбачає специфічний набір аналітичних інструментів та критеріїв оцінки альтернатив. На стратегічному рівні основним інструментом є багатокритеріальний аналіз проектів за сукупністю показників економічної ефективності, соціальної значущості, технічної реалізованості та відповідності стратегічним пріоритетам.

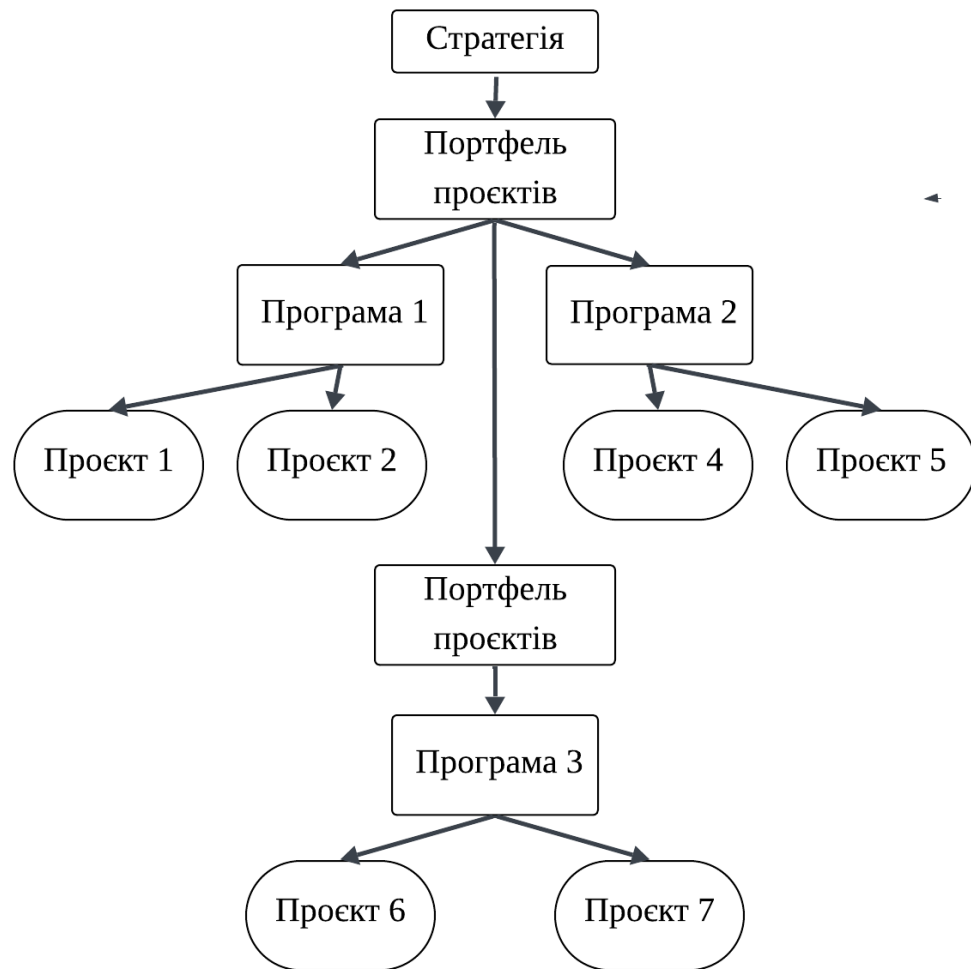


Рисунок 3.6 – Схема оптимального портфеля проєктів

Метод підтримує сценарний аналіз для оцінки стійкості портфеля проєктів до зміни зовнішніх умов. Для кожного сценарію перераховується оптимальний портфель проєктів. Аналіз робастності виявляє проєкти, які входять до оптимального портфеля в більшості сценаріїв і тому є найбільш стійким вибором в умовах невизначеності.

На тактичному рівні управління окремим проєктом метод підтримки рішень фокусується на вирішенні задач календарного планування, розподілу ресурсів, управління ризиками. Для календарного планування використовується метод критичного шляху з можливістю оптимізації розкладу за критеріями мінімізації тривалості проєкту, згладжування навантаження на ресурси, мінімізації вартості при заданих термінах.

Для управління ризиками метод підтримує прийняття рішень щодо вибору стратегій реагування на ідентифіковані ризики. Використовується аналіз очікуваної грошової цінності, який для кожної альтернативної стратегії розраховує математичне очікування наслідків з урахуванням ймовірності настання ризикової події та вартості реагування. Стратегія з найменшою очікуваною цінністю втрат вважається оптимальною з точки зору економічної доцільності.

Візуалізація інформації є критично важливою компонентою методу підтримки рішень, оскільки дозволяє особам, що приймають рішення, швидко сприймати складну інформацію та виявляти важливі тренди.

Дашборди для різних рівнів управління агрегують ключові показники ефективності та представляють їх у вигляді компактних візуалізацій з використанням техніки світлофора для індикації статусу: зелений колір для показників в межах норми, жовтий для попереджень, червоний для критичних відхилень. Інтерактивні дашборди дозволяють деталізуватися від агрегованих показників до первинних даних через кліки по елементах візуалізації.

Метод підтримує колаборативне прийняття рішень для ситуацій, коли рішення впливає на інтереси кількох стейкхолдерів. Використовується платформа для структурованого обговорення альтернатив, коли учасники можуть висловлювати свої аргументи за та проти кожної альтернативи, оцінювати альтернативи за критеріями, голосувати за переважний варіант. Система агрегує індивідуальні оцінки для формування групової оцінки альтернатив з використанням методів усереднення або більш складних консенсусних процедур.

Для рішень з довгостроковими наслідками метод включає інструменти аналізу впливу на сталий розвиток. Оцінюються економічні, екологічні та соціальні ефекти альтернатив на весь життєвий цикл інфраструктурного об'єкта, а не тільки на період реалізації проекту. Це дозволяє уникнути короткозорих рішень, які оптимальні з точки зору поточних витрат, але призводять до значних негативних наслідків в майбутньому.

Метод передбачає використання машинного навчання для покращення якості рекомендацій з часом на основі накопичення досвіду. Алгоритми навчаються на

історичних даних про прийняті рішення та їх наслідки, виявляючи закономірності між характеристиками ситуацій та ефективністю різних типів рішень. Натреновані моделі використовуються для прогнозування ймовірності успіху альтернативних рішень в нових ситуаціях.

3.3 Розроблення функціональних та технічних вимог до системи

Визначення чітких та повних вимог до інформаційної системи є критично важливим для успішної реалізації проєкту розробки. Функціональні вимоги описують, що система повинна робити, тобто які функції та сервіси вона має надавати користувачам. Технічні вимоги визначають, як система має бути побудована, включаючи архітектурні рішення, технологічний стек, показники продуктивності, вимоги до безпеки та надійності.

Функціональні вимоги структуровані за підсистемами відповідно до концепції системи. Для підсистеми планування та ініціації проєктів визначено наступні основні функціональні можливості. Система повинна надавати користувачам можливість створення нових проєктів через заповнення структурованої форми з базовими атрибутами. Форма має включати обов'язкові та опціональні поля з валідацією коректності введених даних. Система повинна підтримувати завантаження підтверджуючих документів різних форматів з обмеженням на максимальний розмір файлу.

Система повинна автоматично визначати необхідний склад експертів для попередньої оцінки проєкту на основі його характеристик та конфігурованих правил призначення. Експерти мають отримувати сповіщення про призначення через систему та електронну пошту. Система повинна надавати експертам інтерфейс для перегляду інформації про проєкт та заповнення структурованого експертного висновку з оцінками за різними критеріями. Після надання висновків всіма експертами система має автоматично розраховувати інтегральну оцінку проєкту та змінювати його статус відповідно до результатів експертизи.

Для проєктів, схвалених на етапі попередньої експертизи, система повинна надавати інструменти детального планування. Користувачі мають мати можливість створювати ієрархічну структуру декомпозиції робіт з фазами, етапами, робочими пакетами та завданнями довільної глибини вкладеності. Для кожного елемента структури повинна бути можливість визначення атрибутів: найменування, опис, відповідальний, тривалість, трудомісткість, вартість. Система має підтримувати операції копіювання, переміщення, видалення елементів структури з автоматичним перерахунком агрегованих показників.

Система повинна надавати можливість визначення логічних зв'язків між завданнями з підтримкою різних типів: фініш-старт, старт-старт, фініш-фініш, старт-фініш. Для кожного зв'язку має бути можливість вказати лаг або випередження. На основі структури робіт, тривалостей та зв'язків система повинна автоматично розраховувати календарний план методом критичного шляху з визначенням ранніх та пізніх дат, резервів часу, критичного шляху.

Результати календарного планування мають візуалізуватися у вигляді інтерактивної діаграми Ганта з можливістю зміни параметрів завдань безпосередньо на діаграмі через перетягування та розтягування смуг. Зміни на діаграмі повинні автоматично оновлювати дані в базі та перераховувати календарний план. Завдання критичного шляху мають відображатися відмітним кольором для привернення уваги.

Система повинна підтримувати призначення ресурсів на завдання з можливістю вказання кількості та інтенсивності використання. При призначенні має виконуватися автоматична перевірка доступності ресурсів з урахуванням їх завантаження в інших проєктах та календарів робочого часу. Виявлення перевантажень ресурсів повинно супроводжуватися попередженнями з пропозиціями варіантів вирішення конфлікту. Система має надавати інструменти оптимізації розподілу ресурсів для згладжування навантаження або мінімізації тривалості проєкту.

Бюджетне планування повинно бути інтегроване з календарним планом та розподілом ресурсів. Система має автоматично розраховувати вартість кожного

робочого пакета на основі нормативів та цін ресурсів. Загальний бюджет проєкту повинен формуватися як сума витрат елементів структури робіт з додаванням резервів.

Підсистема управління виконанням проєктів повинна забезпечувати функції розподілу завдань між виконавцями, відстеження прогресу, управління змінами. Система має надавати інтерфейс для призначення завдань користувачам з можливістю вказання пріоритету та дедлайну. Виконавці повинні отримувати сповіщення про призначені завдання та мати можливість перегляду всієї необхідної інформації, включаючи опис, технічні специфікації, пов'язані документи.

Виконавці мають мати можливість оновлювати статус своїх завдань, вказуючи відсоток виконання, фактично витрачений час, виникаючі проблеми. Система повинна автоматично розраховувати інтегральні показники прогресу проєкту на основі даних про виконання індивідуальних завдань. Відхилення від базового плану мають автоматично виявлятися та відображатися на дашбордах керівника проєкту.

Система повинна підтримувати формальний процес управління змінами з можливістю створення запитів на зміну, їх розгляду комітетом, голосування та затвердження. Затверджені зміни мають автоматично відображатися у відповідних розділах планів проєкту з версіонуванням для можливості відкату. Всі зміни повинні фіксуватися в журналі для забезпечення аудиту та аналізу причин відхилень від початкових планів.

Підсистема фінансового менеджменту повинна забезпечувати функції бюджетного контролю та фінансової звітності. Всі фактичні витрати за проєктом мають реєструватися в системі з прив'язкою до робочих пакетів та статей бюджету. Система повинна автоматично порівнювати фактичні витрати з планом, розраховувати відхилення, виявляти перевищення лімітів та генерувати попередження. Фінансові звіти мають формуватися в розрізах, необхідних для внутрішнього та зовнішнього управління.

Система повинна підтримувати інтеграцію з системою електронного бюджету для експорту бюджетних запитів та імпорту даних про виділені

асигнування. Формат обміну даними має відповідати специфікаціям, встановленим системою електронного бюджету. Інтеграція повинна виконуватися автоматично за розкладом або за запитом користувача з можливістю перегляду статусу синхронізації та журналу помилок.

Підсистема управління закупівлями повинна забезпечувати функції планування закупівель, інтеграції з ProZorro, управління контрактами. Система має надавати інструменти для формування плану закупівель на основі структури робіт проєкту з визначенням предмета, очікуваної вартості, процедури, термінів. Затверджений план закупівель повинен автоматично ініціювати процеси в системі ProZorro відповідно до графіку.

Система повинна підтримувати інтеграцію з ProZorro для двостороннього обміну даними. Інформація про оголошення закупівлі має автоматично передаватися в ProZorro. Дані про подані пропозиції, результати аукціону, укладені договори повинні автоматично імпортуватися в систему. Контракти з постачальниками мають реєструватися з можливістю відстеження виконання зобов'язань, формування актів, здійснення оплати.

Підсистема аналітики та звітності повинна забезпечувати функції формування регулярних та спеціальних звітів, візуалізації даних, прогнозної аналітики. Система має підтримувати бібліотеку шаблонів типових звітів для різних аудиторій з можливістю параметризації. Користувачі повинні мати можливість створювати власні звіти з використанням конструктора запитів або SQL для досвідчених користувачів.

Дашборди для різних ролей користувачів мають автоматично формуватися на основі конфігурацій з відображенням релевантних показників та візуалізацій. Дашборди повинні бути інтерактивними з можливістю деталізації від зведених показників до первинних даних через кліки по елементах. Система має підтримувати різні типи діаграм: лінійні, стовпчикові, кругові, радарні, теплові карти, картограми.

Технічні вимоги до архітектури системи визначають, що система повинна бути реалізована як веб-застосунок з клієнт-серверною архітектурою. Клієнтська

частина має бути розроблена як односторінковий додаток з використанням сучасного JavaScript фреймворку для забезпечення швидкого та плавного інтерфейсу користувача. Серверна частина повинна бути реалізована як набір мікросервісів, кожен з яких відповідає за певну функціональну область та може розгортатися і масштабуватися незалежно.

Система повинна розгортатися в хмарному середовищі з використанням послуг провайдерів Infrastructure as a Service. Архітектура має забезпечувати можливість розгортання в різних хмарах або гібридному середовищі для уникнення прив'язки до одного провайдера. Інфраструктура має управлятися за допомогою інструментів Infrastructure as Code для забезпечення відтворюваності та версіонування конфігурацій.

Вимоги до продуктивності визначають, що система повинна підтримувати одночасну роботу щонайменше тисячі активних користувачів без деградації швидкості відгуку. Час відгуку на типові операції користувача не повинен перевищувати двох секунд в дев'яносто п'ятому перцентилі. Операції формування складних звітів та аналітичних розрахунків можуть виконуватися асинхронно з повідомленням користувача про готовність результатів.

Система повинна забезпечувати високу доступність на рівні не нижче дев'яносто дев'яти і дев'яти відсотків виміряну на місячному інтервалі. Це досягається через розгортання критичних компонентів в кількох екземплярах з балансуванням навантаження, географічно розподілене розміщення для захисту від локальних збоїв, автоматичне виявлення відмов та перемикання на резервні компоненти.

Вимоги до масштабованості передбачають, що система має підтримувати горизонтальне масштабування для збільшення потужності шляхом додавання нових вузлів замість вертикального масштабування через збільшення ресурсів окремих вузлів. Компоненти системи повинні бути розроблені як stateless сервіси, що дозволяє розподіляти навантаження між довільною кількістю екземплярів. Дані користувацьких сесій мають зберігатися в розподіленому кеші для доступу з будь-якого вузла.

Вимоги до безпеки визначають багаторівневий підхід до захисту інформації. Автентифікація користувачів має виконуватися з використанням багатофакторного механізму з обов'язковим другим фактором для привілейованих облікових записів. Паролі повинні зберігатися в хешованому вигляді з використанням стійких криптографічних функцій та індивідуальної солі для кожного користувача. Система має підтримувати політики складності паролів та їх регулярної зміни.

Авторизація доступу до функцій та даних повинна базуватися на рольовій моделі з можливістю гнучкого налаштування прав для кожної ролі. Система має підтримувати принцип найменших привілеїв, надаючи користувачам тільки ті права, які необхідні для виконання їх обов'язків. Всі спроби доступу до захищених ресурсів повинні логуватися для можливості аудиту та розслідування інцидентів безпеки.

Передача даних між клієнтом та сервером має здійснюватися по захищеному протоколу HTTPS з використанням сертифікатів Transport Layer Security. Чутлива інформація в базі даних повинна зберігатися в зашифрованому вигляді з використанням стійких алгоритмів шифрування. Ключі шифрування мають управлятися через спеціалізовані сервіси управління ключами з регулярною ротацією.

Система повинна бути захищена від типових веб-вразливостей згідно з переліком OWASP Top Ten. Це включає захист від SQL-ін'єкцій через використання параметризованих запитів, захист від міжсайтового скриптингу через валідацію та кодування вхідних даних, захист від підробки міжсайтових запитів через використання токенів, захист від незахищених десеріалізацій та інших відомих атак.

Вимоги до резервного копіювання та відновлення передбачають, що повні резервні копії бази даних повинні створюватися щоденно, інкрементальні копії щогодини. Резервні копії мають зберігатися в географічно віддаленому місці від основного дата-центру для захисту від регіональних катастроф. Система повинна забезпечувати можливість відновлення даних на будь-який момент часу в межах

періоду збереження резервних копій з цільовим часом відновлення не більше чотирьох годин.

Вимоги до моніторингу та логування визначають, що система повинна збирати метрики продуктивності всіх компонентів, включаючи час відгуку, пропускну здатність, використання ресурсів. Метрики мають агрегуватися в централізованій системі моніторингу з можливістю побудови дашбордів та налаштування алертів при перевищенні порогових значень. Журнали всіх компонентів повинні централізовано збиратися для полегшення діагностики проблем та кореляційного аналізу подій.

Вимоги до документації передбачають створення технічної документації для адміністраторів системи, що описує процедури встановлення, налаштування, оновлення, резервного копіювання, моніторингу. Має бути розроблена документація програмного інтерфейсу API для розробників інтеграцій. Користувацька документація повинна включати керівництва по роботі з системою для різних ролей користувачів, інструкції по виконанню типових операцій, відповіді на часті питання.

3.4 Висновки до третього розділу

У третьому розділі розроблено алгоритми функціонування інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проектами, метод підтримки управлінських рішень та сформульовано функціональні і технічні вимоги до системи.

Візуалізація інформації через різноманітні типи діаграм та інтерактивні дашборди є критично важливою для швидкого сприйняття складної інформації особами, що приймають рішення. Використання техніки світлофора для індикації статусу дозволяє негайно виявляти проблемні області, що потребують уваги.

Сформульовані функціональні вимоги повністю покривають всі аспекти управління життєвим циклом інфраструктурних проектів від ініціації до завершення. Вимоги структуровані за підсистемами для зручності подальшої

декомпозиції на програмні модулі при реалізації системи. Кожна вимога сформульована конкретно та верифікуємо для можливості перевірки її виконання.

Технічні вимоги визначають архітектурні принципи побудови системи, що забезпечують досягнення необхідних нефункціональних характеристик. Мікросервісна архітектура надає гнучкість для незалежної розробки, розгортання та масштабування різних функціональних областей. Хмарне розгортання забезпечує економічну ефективність через оплату тільки за фактично використані ресурси та швидке масштабування відповідно до навантаження.

Вимоги до продуктивності, доступності, масштабованості визначають кількісні цілі для нефункціональних характеристик системи. Ці цілі є реалістичними та досяжними при використанні сучасних хмарних платформ та правильних архітектурних рішень. Багаторівневий підхід до забезпечення безпеки захищає систему від широкого спектру загроз на рівні мережі, застосунку, даних.

Розроблені алгоритми, метод та вимоги створюють надійну основу для наступного етапу проектування детальної архітектури системи та її програмної реалізації. Вони забезпечують повноту охоплення функціональних потреб користувачів та досягнення необхідного рівня нефункціональних характеристик для ефективної експлуатації системи в реальних умовах державного управління.

4 ПРОЄКТУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

4.1 Проєктування інтерфейсу користувача

Проєктування інтерфейсу користувача є критично важливим етапом розробки інформаційної системи, оскільки визначає, наскільки зручною та ефективною буде взаємодія користувачів з системою. Для створення прототипів інтерфейсів використано інструмент Figma, який дозволяє швидко створювати інтерактивні макети, колаборувати з іншими членами команди, отримувати фідбек від стейкхолдерів на ранніх стадіях розробки.

Адаптивність інтерфейсу забезпечена через створення макетів для різних розмірів екранів з шириною від 1280px для настільних моніторів, для планшетів в горизонтальній орієнтації, та шириною до 768px для смартфонів. На мобільних пристроях інтерфейс спрощується: багатоколонкові макети перетворюються в одноколонкові, таблиці представляються у вигляді карток, бічні панелі приховуються під кнопку меню. Основна функціональність залишається доступною, але оптимізується для сенсорного введення з більшими зонами кліку.


Інтерактивні прототипи створені в Figma шляхом зв'язування екранів переходами, які активуються при кліку на певні елементи. Прототипи дозволяють симулювати навігацію по системі, заповнення форм, взаємодію з діаграмами без написання коду. Прототипи використані для юзабіліті-тестування з реальними користувачами для виявлення проблем зручності на ранніх стадіях до початку розробки.

**Державний портал управління
хмарною інфраструктурою**
Безпечний доступ для управління державними проектами

Електронна пошта

Введіть електронну адресу

Пароль

Введіть пароль 

Запам'ятати мене

[Забули пароль](#)

Увійти

[Підключіться за допомогою державного посвідчення особи](#)

© 2025 Хмарна система урядової інфраструктури

Рисунок 4.1 – Екран входу в систему

Модуль автентифікації та управління сесією забезпечує процес входу користувача в систему з підтримкою багатофакторної автентифікації. Після успішного входу користувач отримує JSON Web Token, який використовується для автентифікації всіх подальших запитів до серверних API. Токен містить ідентифікатор користувача, його ролі та час життя, зашифрований приватним ключем сервера. Клієнтський застосунок зберігає токен в локальному сховищі браузера та автоматично додає його до заголовків HTTP запитів. При закінченні терміну дії токена користувач автоматично перенаправляється на сторінку входу.

Модуль навігації реалізує головне меню системи з ієрархічною структурою пунктів, що адаптується до ролі користувача. Пункти меню, до яких користувач не має доступу згідно своїх прав, автоматично приховуються. Навігація між різними розділами системи реалізована з використанням React Router, що забезпечує плавні переходи без перезавантаження сторінки та підтримку історії браузера для можливості використання кнопок назад та вперед.

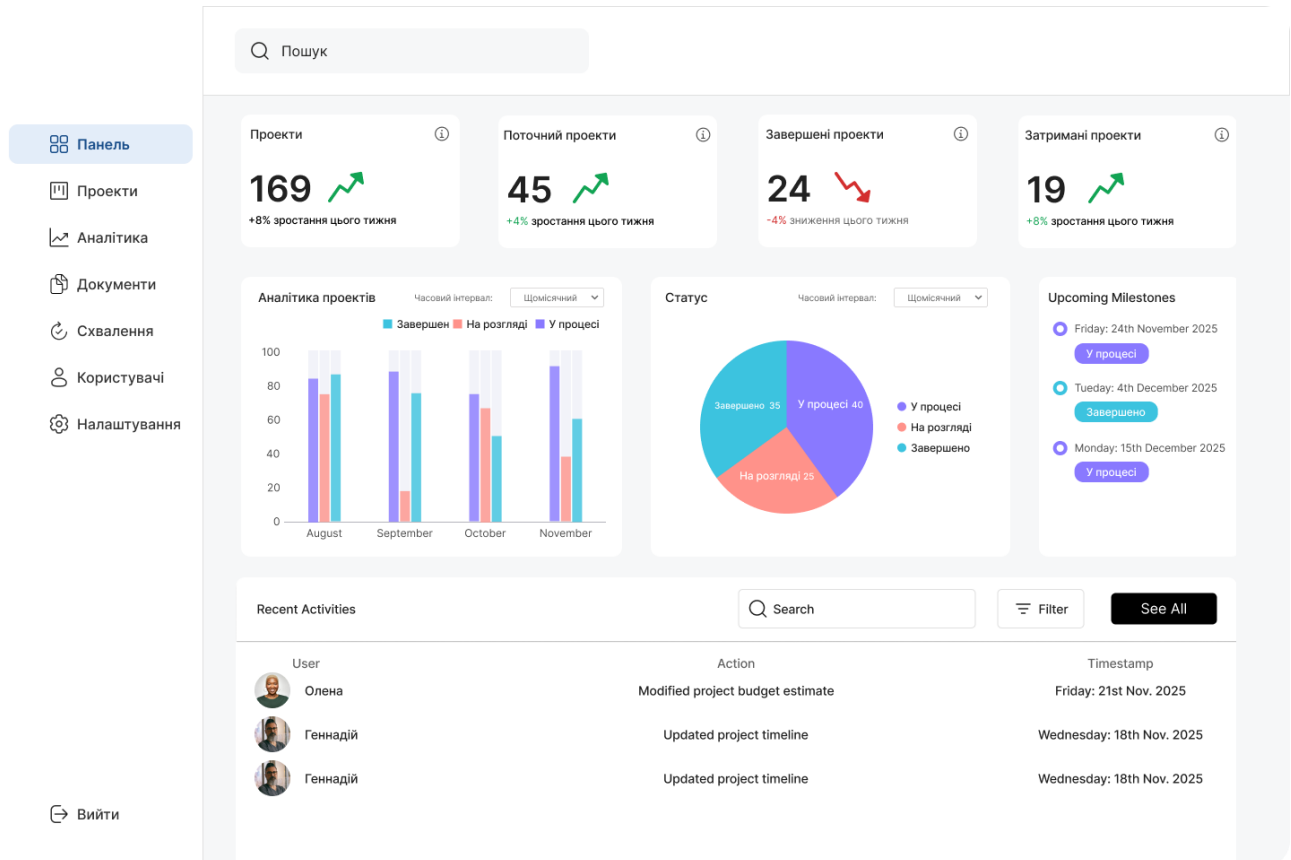


Рисунок 4.2 – Головна панель інструментів

Модуль дашбордів відображає агреговану інформацію про стан проектів у вигляді набору віджетів з різними візуалізаціями: числові показники з індикаторами трендів, гістограми розподілу проектів за статусами, кругові діаграми структури витрат, лінійні графіки динаміки освоєння бюджету, теплові карти ризиків. Кожен віджет є незалежним компонентом, який отримує дані через власний API запит та оновлюється асинхронно без блокування решти інтерфейсу. Користувач може налаштовувати склад та розташування віджетів на своєму дашборді, ці налаштування зберігаються на сервері та відновлюються при наступних входах.

Модуль управління проектами забезпечує інтерфейси для перегляду списку проектів, фільтрації та пошуку, перегляду деталей окремого проекту, редагування атрибутів. Список проектів представлений у вигляді таблиці з можливістю сортування по колонках, пагінації для обробки великої кількості записів, експорту

в різні формати. Кожен рядок таблиці містить основні атрибути проекту: назва, статус, керівник, дати, бюджет, прогрес виконання у вигляді візуального індикатора.

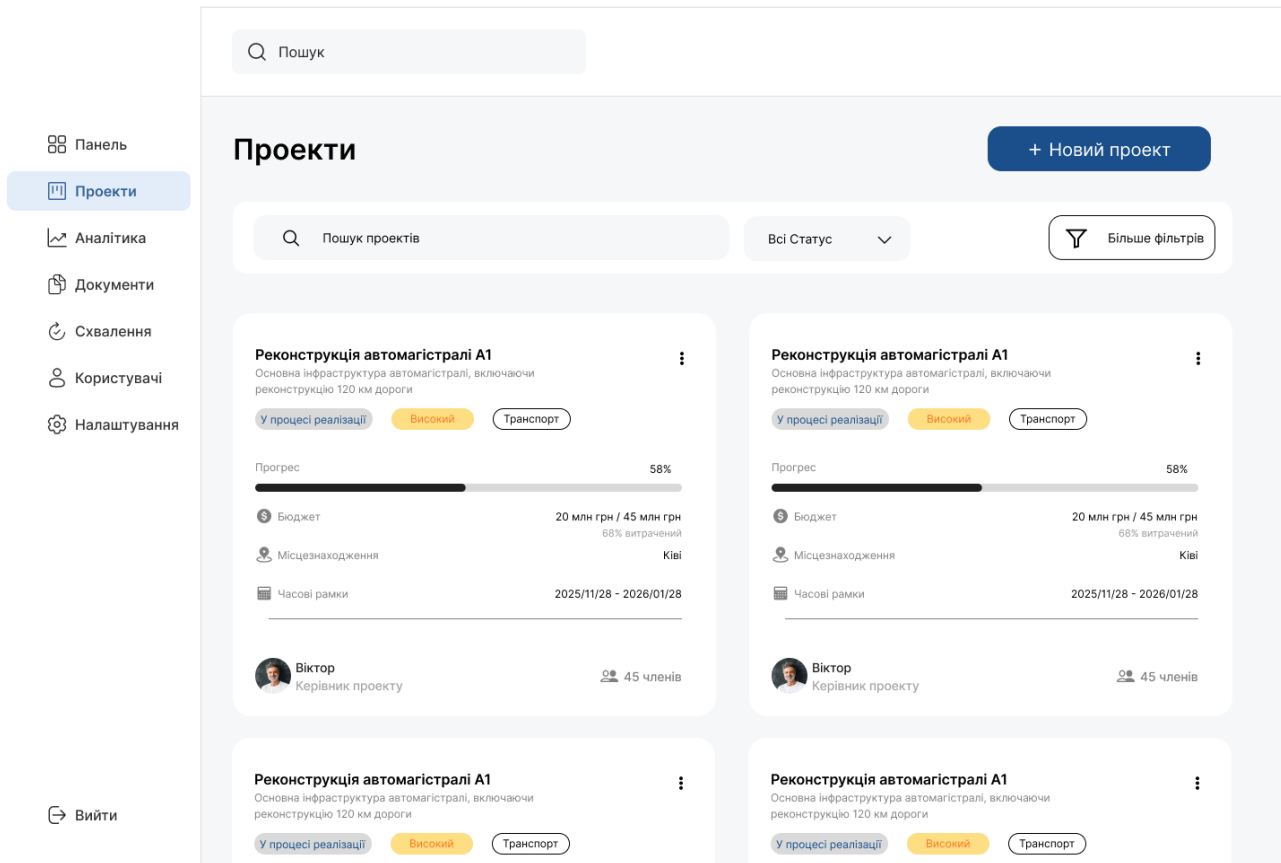


Рисунок 4.3 – Список проектів

Детальна сторінка проекту організована як набір вкладок, кожна з яких відображає певний аспект проекту: загальна інформація, структура робіт, календарний план, бюджет, ресурси, ризики, документи, команда, комунікації. Така структура дозволяє логічно організувати велику кількість інформації та надати користувачу швидкий доступ до потрібного розділу. Вкладки завантажуються ледяче, тобто дані запитуються з сервера тільки при першому переході на вкладку, що зменшує початковий час завантаження сторінки.

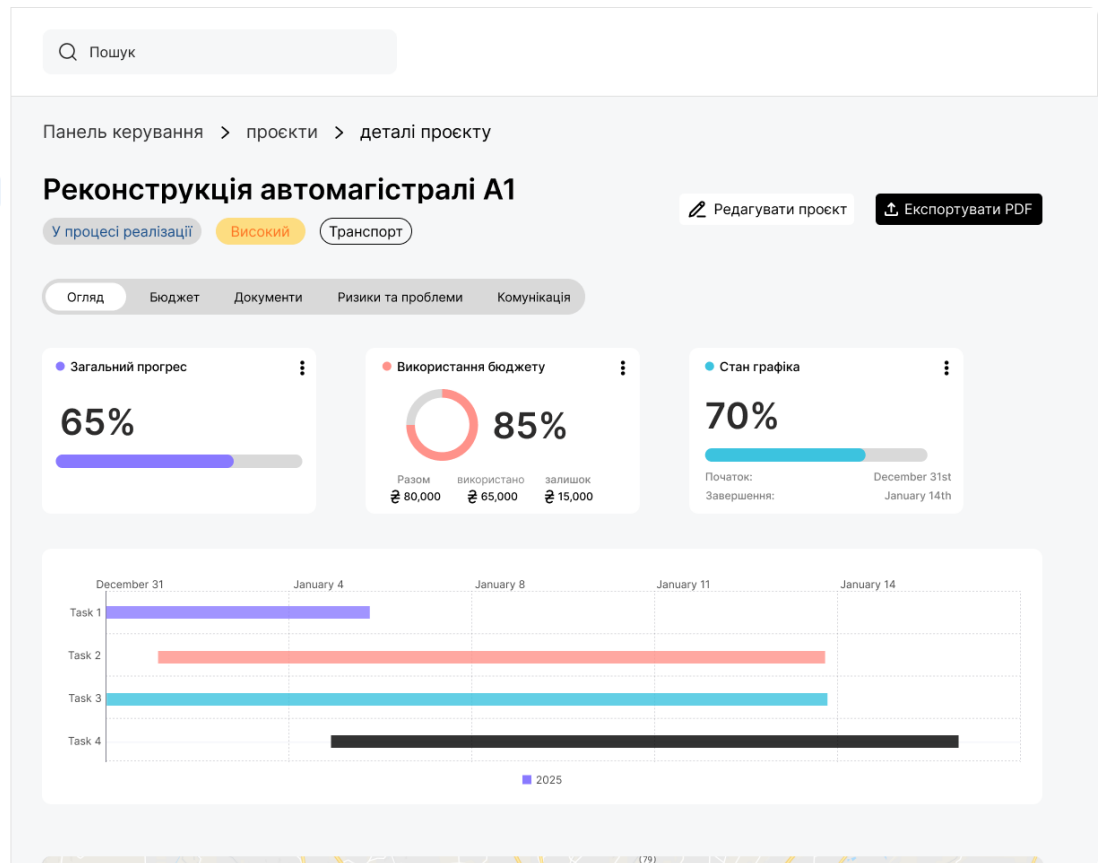


Рисунок 4.4 – Деталі проєкту

Модуль календарного планування включає інтерактивну діаграму Ганта, яка дозволяє візуалізувати та редагувати календарний план проєкту. Діаграма реалізована з використанням спеціалізованої бібліотеки для відображення часових ліній з підтримкою масштабування для перегляду різних часових діапазонів від днів до років, прокручування для навігації по довгих планах, перетягування завдань для зміни дат початку, розтягування смуг для зміни тривалості, створення зв'язків між завданнями шляхом перетягування від одного завдання до іншого. Зміни на діаграмі миттєво відображаються візуально і відправляються на сервер для збереження в базі даних.

Модуль управління документами надає інтерфейси для завантаження файлів, організації їх в ієрархічні структури папок, перегляду метаданих, версіонування, пошуку по атрибутах та вмісту. Завантаження файлів реалізовано з підтримкою перетягування файлів в область завантаження, множинного вибору файлів, індикатора прогресу для великих файлів, можливості відміни незавершених

завантажень. Для документів поширених форматів система надає вбудований переглядач, який дозволяє відкривати файли безпосередньо в браузері без необхідності скачування.

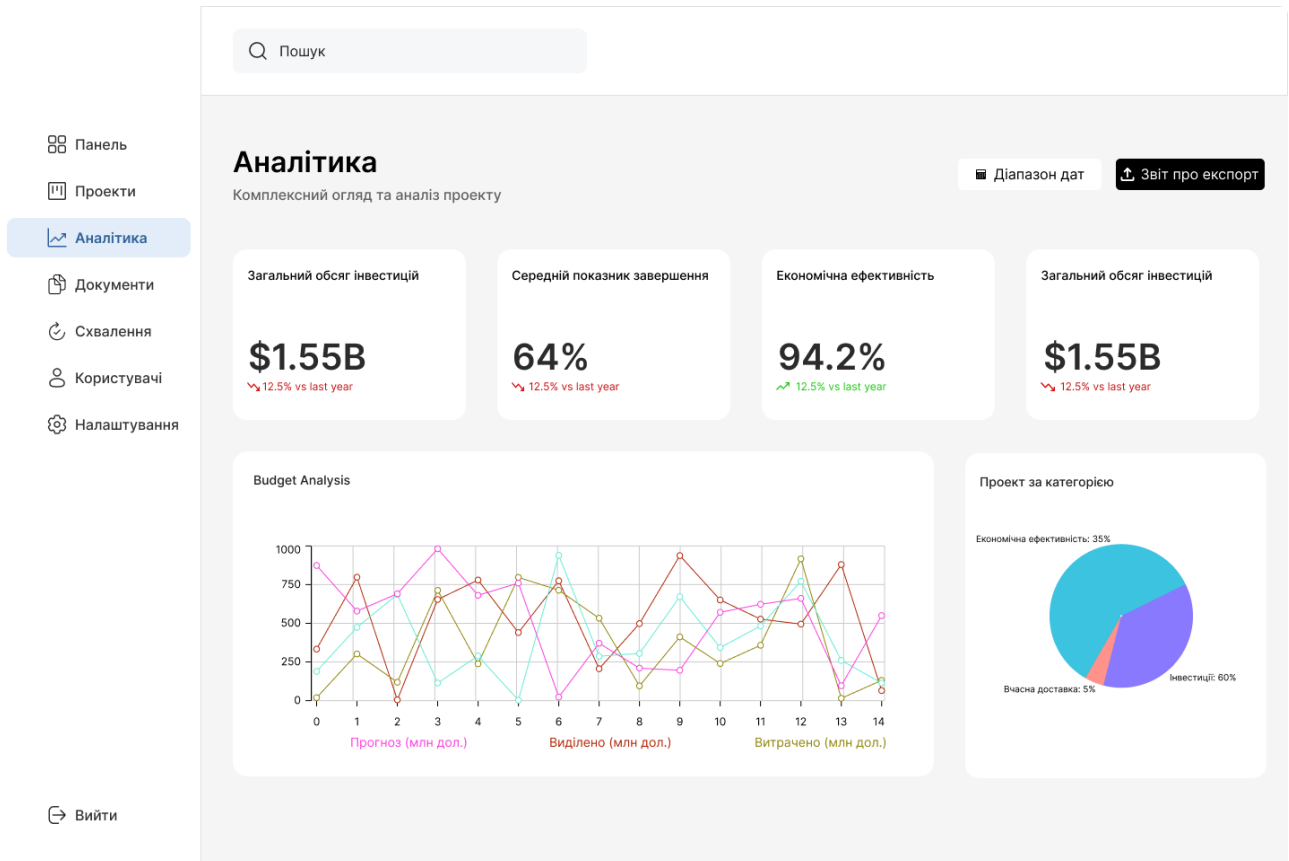


Рисунок 4.5 – Управління документами

Модуль аналітики та звітності включає конструктор запитів для створення власних звітів, бібліотеку шаблонів типових звітів, інструменти візуалізації даних. Конструктор запитів надає графічний інтерфейс для вибору джерел даних, полів для включення в звіт, умов фільтрації, порядку сортування, функцій агрегації без необхідності написання SQL коду. Для досвідчених користувачів доступний режим ручного написання SQL запитів з підтримкою автодоповнення та підсвічування синтаксису.

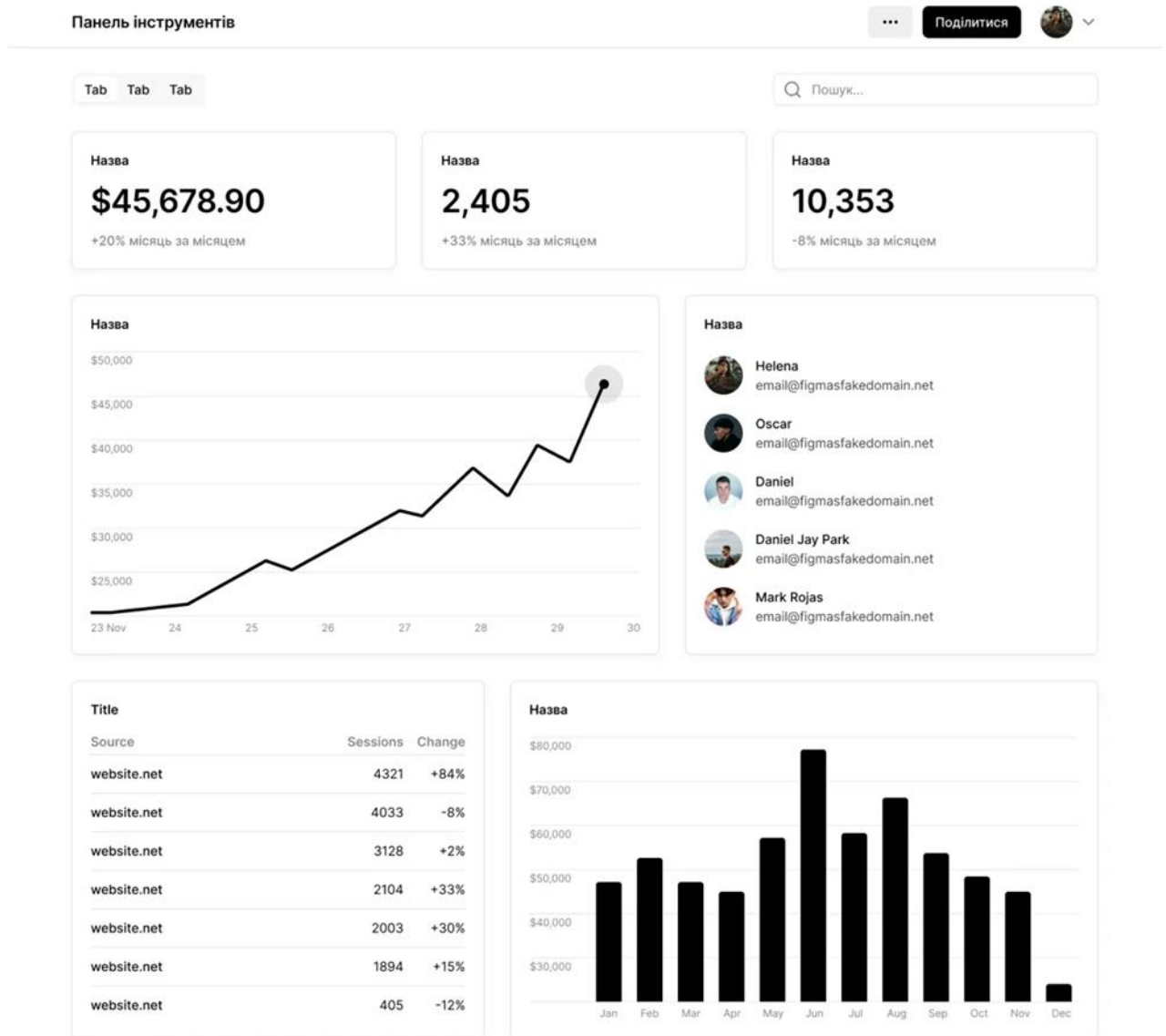


Рисунок 4.6 – Інтерфейс звітності

Модуль налаштувань дозволяє користувачам персоналізувати інтерфейс системи відповідно до своїх переваг. Доступні налаштування включають мову інтерфейсу з підтримкою української, англійської та інших мов, часовий пояс для коректного відображення дат та часу, формати дат та чисел відповідно до локалі, щільність інтерфейсу з варіантами компактного та просторого відображення, колірну схему зі світлою та темною темами. Зміни налаштувань зберігаються на сервері та застосовуються на всіх пристроях, з яких користувач заходить в систему.

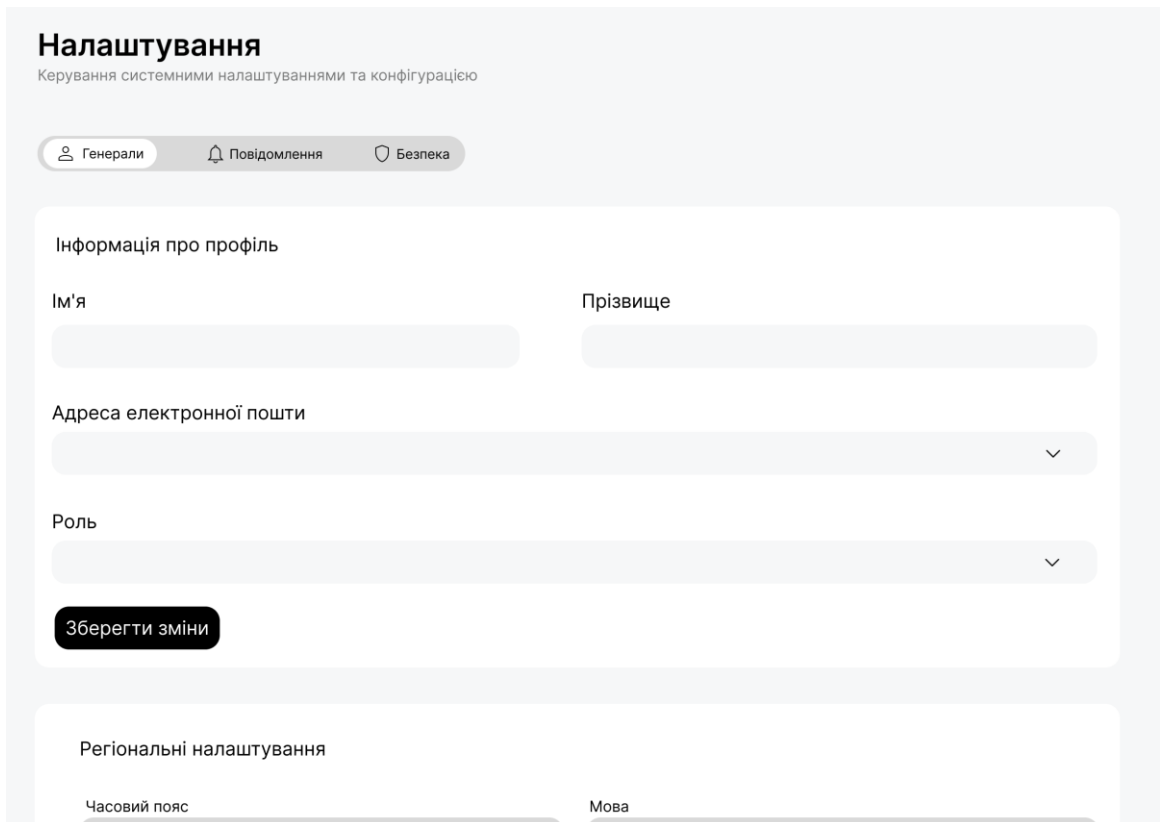


Рисунок 4.7 – Налаштування системи

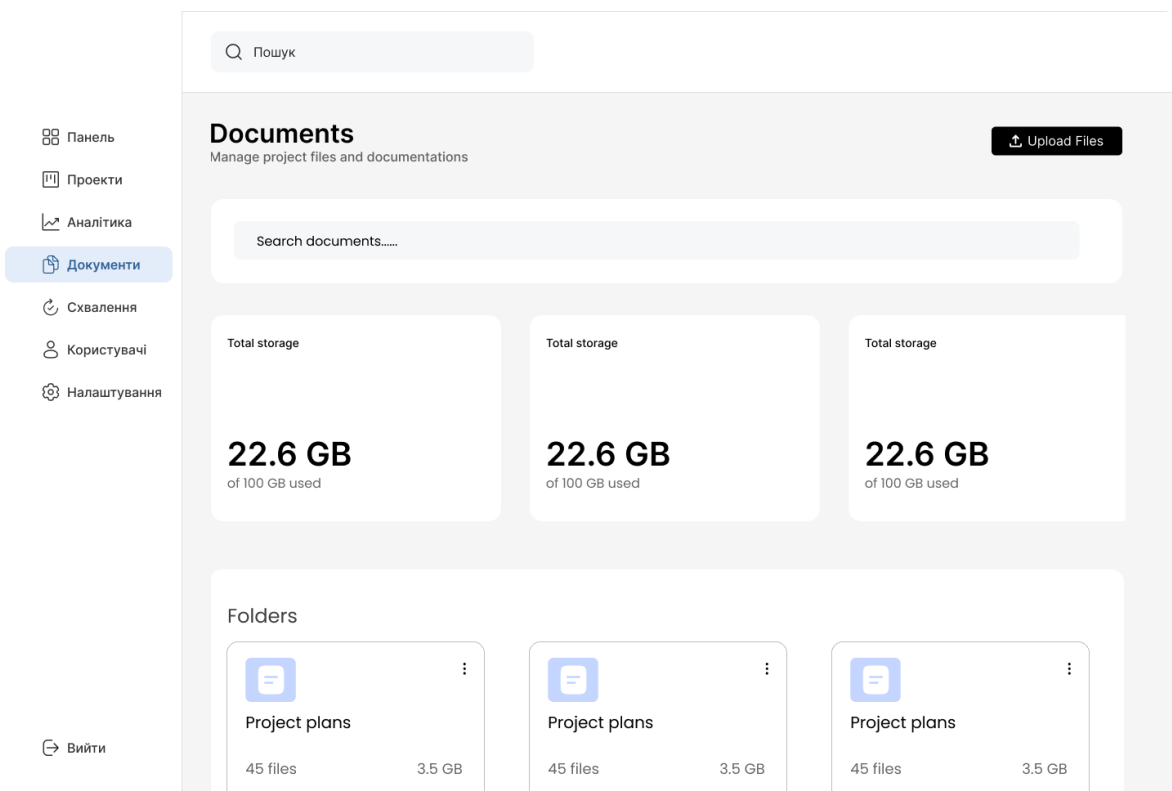


Рисунок 4.8 – Аналітика проєктів

Рівень бізнес-логіки реалізовано як набір мікросервісів, кожен з яких відповідає за певну функціональну область та може розгортатися і масштабуватися незалежно від інших. Використання мікросервісної архітектури дозволяє різним командам розробників працювати над різними сервісами паралельно без конфліктів, обирати найбільш підходящі технологічні стеки для кожного сервісу, масштабувати тільки ті сервіси, які відчувають високе навантаження, легше ізолювати та діагностувати проблеми, коли вони виникають в окремих сервісах.

Сервіс управління користувачами відповідає за автентифікацію, авторизацію, управління профілями користувачів, ролями та правами доступу. Він надає API для реєстрації нових користувачів, входу та виходу з системи, відновлення забутих паролів, оновлення профільної інформації, призначення ролей та прав. Сервіс інтегрується з корпоративним Active Directory для можливості використання існуючих облікових записів організації та забезпечення єдиного входу.

Сервіс управління проектами містить бізнес-логіку для створення, редагування, видалення проектів, управління учасниками проектів, переходами між статусами, версіонуванням змін. Він забезпечує валідацію коректності операцій відповідно до бізнес-правил, наприклад, заборона видалення проекту зі статусом в процесі виконання, обов'язковість заповнення певних полів при переході в наступний статус, перевірка прав користувача на виконання операції над конкретним проектом.

Сервіс календарного планування реалізує алгоритми розрахунку календарних планів методом критичного шляху, оптимізації розподілу ресурсів, виявлення конфліктів та перевантажень. Він надає API для створення та редагування структури робіт, визначення залежностей між завданнями, призначення ресурсів, розрахунку оптимального розкладу.

Сервіс бюджетного управління забезпечує функціональність планування, контролю та аналізу витрат проектів. Він взаємодіє з сервісом календарного планування для отримання інформації про структуру робіт та призначені ресурси, на основі якої розраховує планову вартість. Фактичні витрати реєструються через

API цього сервісу з прив'язкою до робочих пакетів. Сервіс виконує порівняння планових та фактичних витрат, розраховує відхилення, прогнозує підсумкову вартість проєкту.

Сервіс управління документами відповідає за зберігання, версіонування, індексацію та пошук документів проєктів. Він використовує об'єктне сховище для зберігання файлів, яке забезпечує високу надійність через реплікацію даних та ефективне масштабування для обробки великих обсягів. Метадані документів зберігаються в реляційній базі даних для ефективного пошуку за атрибутами. Для повнотекстового пошуку по вмісту документів використовується спеціалізована пошукова система Elasticsearch, яка індексує текстовий вміст завантажених файлів.

Сервіс аналітики та звітності виконує агрегацію даних з різних джерел для формування звітів та візуалізацій. Він має доступ до реплік баз даних інших сервісів для можливості виконання складних аналітичних запитів без впливу на продуктивність основних операційних баз. Для прискорення повторюваних запитів використовується кешування результатів з автоматичною інвалідацією при зміні базових даних.

Рівень інтеграції забезпечує взаємодію системи з зовнішніми сервісами та застарілими системами. Інтеграційні адаптери реалізовані як окремі мікросервіси, які трансформують дані між форматами внутрішніх та зовнішніх систем, забезпечують надійну доставку повідомлень з механізмами повторних спроб при збоях, логують всі операції обміну даними для можливості аудиту та діагностики проблем.

4.2 UML-діаграми та архітектура системи

Уніфікована мова моделювання є стандартним засобом візуалізації архітектури програмних систем. Для документування різних аспектів розробленої інформаційної системи використано набір UML діаграм, які відображають статичну структуру класів, динаміку взаємодії компонентів, сценарії використання системи.

Діаграма варіантів використання визначає функціональні вимоги до системи з точки зору користувачів. На діаграмі представлені актори, які взаємодіють з системою, та варіанти використання, що відображають функціональність, яку система надає акторам. Основними акторами системи є ініціатор проєкту, експерт, планувальник, керівник проєкту, член команди, фінансист, адміністратор, громадянин.



Рисунок 4.9 – Діаграма варіантів використання

Опис діаграми варіантів використання: На діаграмі має бути зображено систему у вигляді прямокутника з назвою "Інформаційна система управління проєктами". Зліва розташовані актори: Ініціатор проєкту, Експерт, Планувальник, Керівник проєкту, Член команди, Фінансист, Адміністратор. Справа розташований

актор Громадянин. Всередині прямокутника системи зображені овали з варіантами використання: "Створити проєкт", "Провести експертизу", "Розробити календарний план", "Призначити ресурси", "Сформувати бюджет", "Відстежити прогрес", "Оновити статус завдання", "Зареєструвати витрати", "Сформувати звіт", "Управляти користувачами", "Переглянути публічну інформацію". Актори з'єднані лініями з відповідними варіантами використання. Варіанти використання можуть мати відношення include та extend для показу залежностей.

Ініціатор проєкту взаємодіє з системою через варіант використання створення нового проєкту, який включає заповнення форми з базовими атрибутами, завантаження підтверджуючих документів, відправку на експертизу. Експерт використовує систему для перегляду інформації про проєкти, що очікують експертизу, заповнення експертного висновку з оцінками за критеріями. Планувальник розробляє детальний календарний план проєкту через створення структури робіт, визначення залежностей, призначення ресурсів.

Керівник проєкту має найширший набір варіантів використання, включаючи перегляд та редагування всієї інформації про проєкт, розподіл завдань між членами команди, відстеження прогресу виконання, управління змінами, формування звітів про стан проєкту. Член команди взаємодіє з системою для перегляду призначених йому завдань, оновлення статусу виконання, реєстрації фактично витраченого часу, створення запитів на зміну або допомогу.

Фінансист використовує систему для формування бюджетних запитів, реєстрації фактичних витрат, контролю відхилень від плану, формування фінансових звітів. Адміністратор управляє користувачами системи через створення облікових записів, призначення ролей та прав доступу, блокування облікових записів при звільненні співробітників, налаштування параметрів системи. Громадянин має обмежений доступ тільки до публічної частини системи для перегляду загальної інформації про державні проєкти.

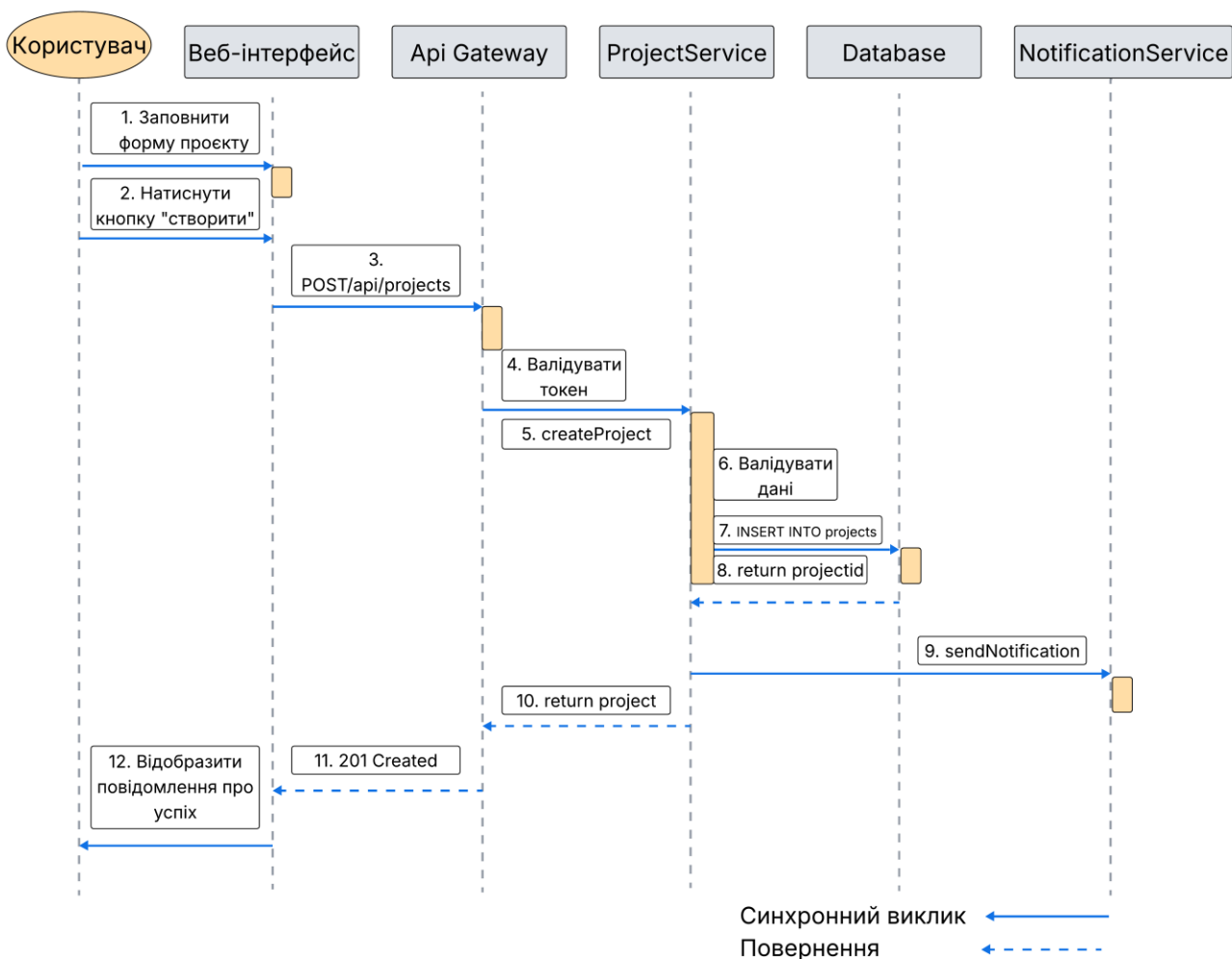


Рисунок 4.10 – Діаграма послідовності для створення проєкту

Опис діаграми послідовності: На діаграмі послідовності зображено вертикальні лінії життя учасників процесу: Користувач, Веб-інтерфейс, API Gateway, ProjectService, Database та NotificationService. Взаємодія між учасниками відбувається зліва направо з подальшим поверненням відповідей.

Процес починається з дій користувача у веб-інтерфейсі, який заповнює форму створення проєкту та ініціює її відправлення. Веб-інтерфейс формує запит на створення проєкту та передає його до API Gateway у вигляді HTTP-запиту з даними проєкту. API Gateway виконує перевірку автентифікаційного токена та передає запит до сервісу ProjectService. У межах ProjectService здійснюється валідація отриманих даних, після чого виконується операція збереження інформації про проєкт у базі даних Database. У відповідь база даних повертає ідентифікатор створеного проєкту. Після успішного збереження даних

ProjectService ініціює відправлення сповіщень через NotificationService, а також формує відповідь про створений проєкт і передає її до API Gateway. API Gateway повертає результат виконання запиту до веб-інтерфейсу, який відображає користувачеві повідомлення про успішне створення проєкту.

Усі взаємодії на діаграмі представлені у вигляді повідомлень, позначених стрілками між відповідними лініями життя учасників. Взаємодія починається з дій користувача, який заповнює форму нового проєкту у веб-інтерфейсі та натискає кнопку створення. Веб-інтерфейс формує HTTP POST запит до API з даними проєкту в тілі запиту у форматі JSON. Запит містить токен автентифікації в заголовку для ідентифікації користувача.

API Gateway отримує запит та виконує валідацію токена автентифікації для перевірки, що запит надійшов від легітимного користувача. Якщо токен недійсний або застарів, API Gateway повертає помилку 401 Unauthorized і взаємодія на цьому завершується. При успішній валідації токена API Gateway маршрутизує запит до сервісу управління проєктами, викликаючи його метод createProject з передачею даних проєкту.

Сервіс управління проєктами виконує валідацію бізнес-правил для переконання в коректності даних. Перевіряється заповнення обов'язкових полів, відповідність типів даних, дотримання обмежень на значення атрибутів. Якщо валідація не пройдена, сервіс повертає помилку 400 Bad Request з описом проблем. При успішній валідації сервіс звертається до бази даних для збереження нового проєкту.

База даних виконує INSERT операцію для створення нового запису в таблиці проєктів та повертає згенерований ідентифікатор проєкту. Сервіс управління проєктами отримує ідентифікатор та викликає асинхронно сервіс сповіщень для відправки повідомлень експертам про необхідність провести експертизу нового проєкту. Асинхронний виклик не блокує повернення відповіді користувачу.

Сервіс управління проєктами повертає API Gateway об'єкт створеного проєкту. API Gateway транслює відповідь веб-інтерфейсу з HTTP статусом 201

Created. Веб-інтерфейс отримує відповідь та відображає користувачу повідомлення про успішне створення проєкту з можливістю перейти до перегляду деталей.

Діаграма компонентів показує організацію та залежності між програмними компонентами системи. На діаграмі представлені логічні компоненти архітектури: клієнтський застосунок, API Gateway, мікросервіси бізнес-логіки, інтеграційні адаптери, системи зберігання даних, інфраструктурні сервіси.

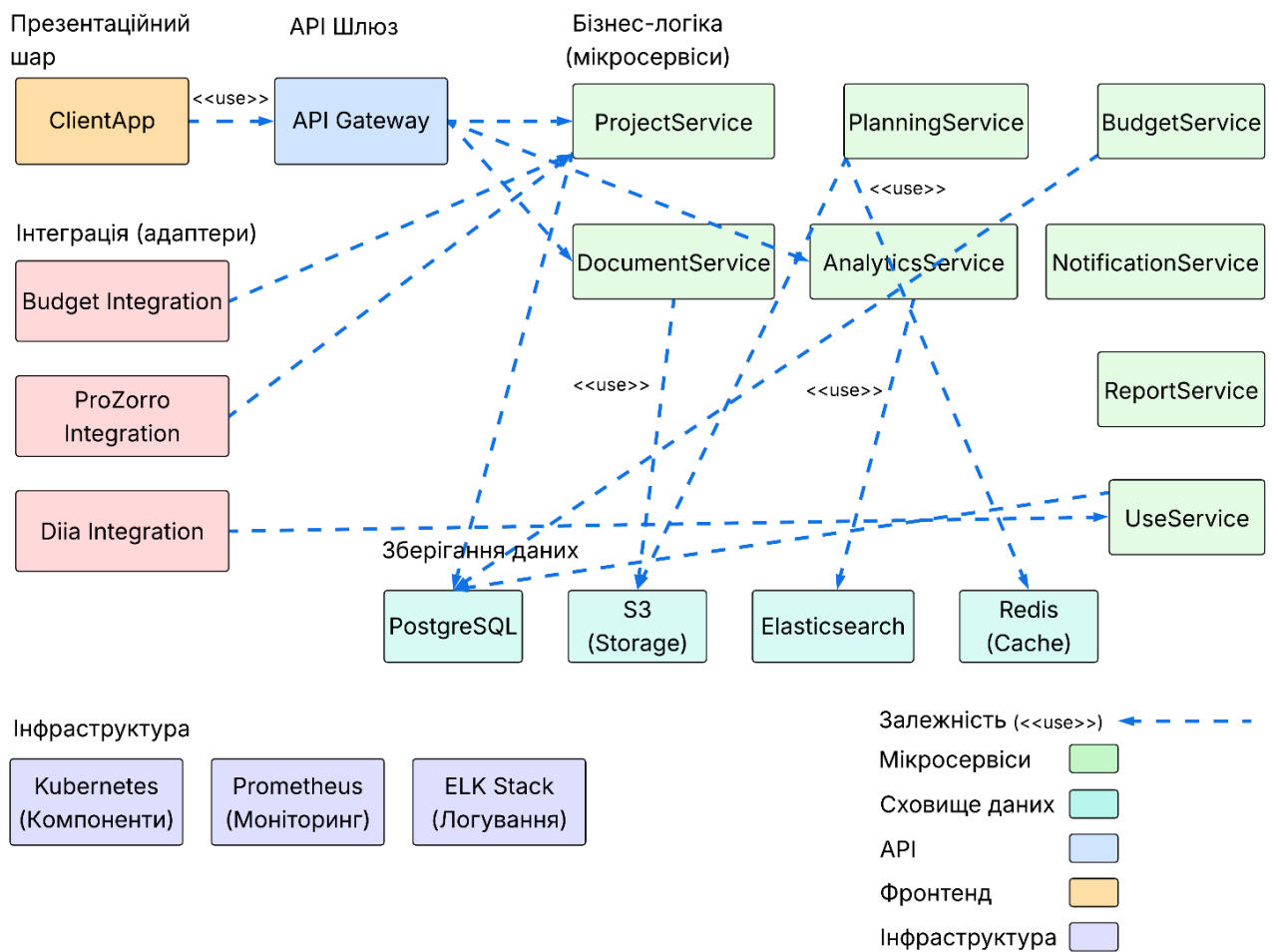


Рисунок 4.11 – Діаграма компонентів

Опис діаграми компонентів: На діаграмі компонентів зображено програмні компоненти системи у вигляді прямокутників з позначкою компонента та відповідними назвами. Клієнтську частину системи представляє компонент ClientApp. Взаємодія клієнтського застосунку з серверною частиною здійснюється

через компонент API Gateway, який виконує функції маршрутизації запитів до прикладних сервісів. До складу серверної частини входять компоненти ProjectService, PlanningService, BudgetService, DocumentService, UserService, NotificationService та AnalyticsService, що реалізують основну бізнес-логіку системи.

Для забезпечення інтеграції з зовнішніми інформаційними системами використовуються компоненти IntegrationAdapter-Budget та IntegrationAdapter-ProZorro, які відповідають за обмін даними з відповідними сервісами. Зберігання структурованих даних реалізовано за допомогою компонента PostgreSQL, кешування даних — за допомогою Redis, зберігання файлів — за допомогою S3, а повнотекстовий пошук забезпечується компонентом Elasticsearch. Оркестрація та розгортання всіх компонентів здійснюється в середовищі Kubernetes. Моніторинг роботи компонентів забезпечується за допомогою Prometheus, а централізоване логування реалізовано з використанням ELK Stack. Залежності між компонентами на діаграмі відображені пунктирними стрілками, що позначають використання функціональних інтерфейсів.

Клієнтський застосунок залежить тільки від API Gateway і не має прямих залежностей від внутрішніх сервісів, що забезпечує інкапсуляцію та дозволяє змінювати реалізацію серверної частини без впливу на клієнта. API Gateway виступає фасадом для всіх серверних сервісів та має залежності від кожного мікросервісу для маршрутизації запитів.

Мікросервіси бізнес-логіки мають залежності від відповідних систем зберігання даних. Більшість сервісів використовують PostgreSQL для зберігання структурованих даних. DocumentService додатково залежить від S3 для зберігання файлів. AnalyticsService залежить від Elasticsearch для повнотекстового пошуку та агрегацій. Багато сервісів використовують Redis для кешування часто запитуваних даних.

Сервіси можуть мати залежності один від одного для реалізації складних бізнес-процесів. Наприклад, PlanningService може викликати BudgetService для актуалізації планових витрат при зміні календарного плану. Для уникнення тісного

зв'язування та циклічних залежностей між сервісами використовується асинхронна взаємодія через брокер повідомлень, хоча це не відображено явно на діаграмі компонентів.

Інтеграційні адаптери мають залежності від внутрішніх сервісів, з якими вони обмінюються даними, та від зовнішніх систем, хоча останні зображаються за межами системи. Усі компоненти розгортаються в Kubernetes, тому неявно залежать від нього. Prometheus та ELK Stack є інфраструктурними сервісами, від яких залежать всі інші компоненти для моніторингу та логування.

Діаграма розгортання показує фізичну архітектуру системи з апаратними вузлами та розподілом програмних компонентів по цих вузлах. На діаграмі представлені обчислювальні вузли: клієнтські пристрої користувачів, балансувальник навантаження, кластер Kubernetes з робочими вузлами, керовані сервіси баз даних, об'єктне сховище.

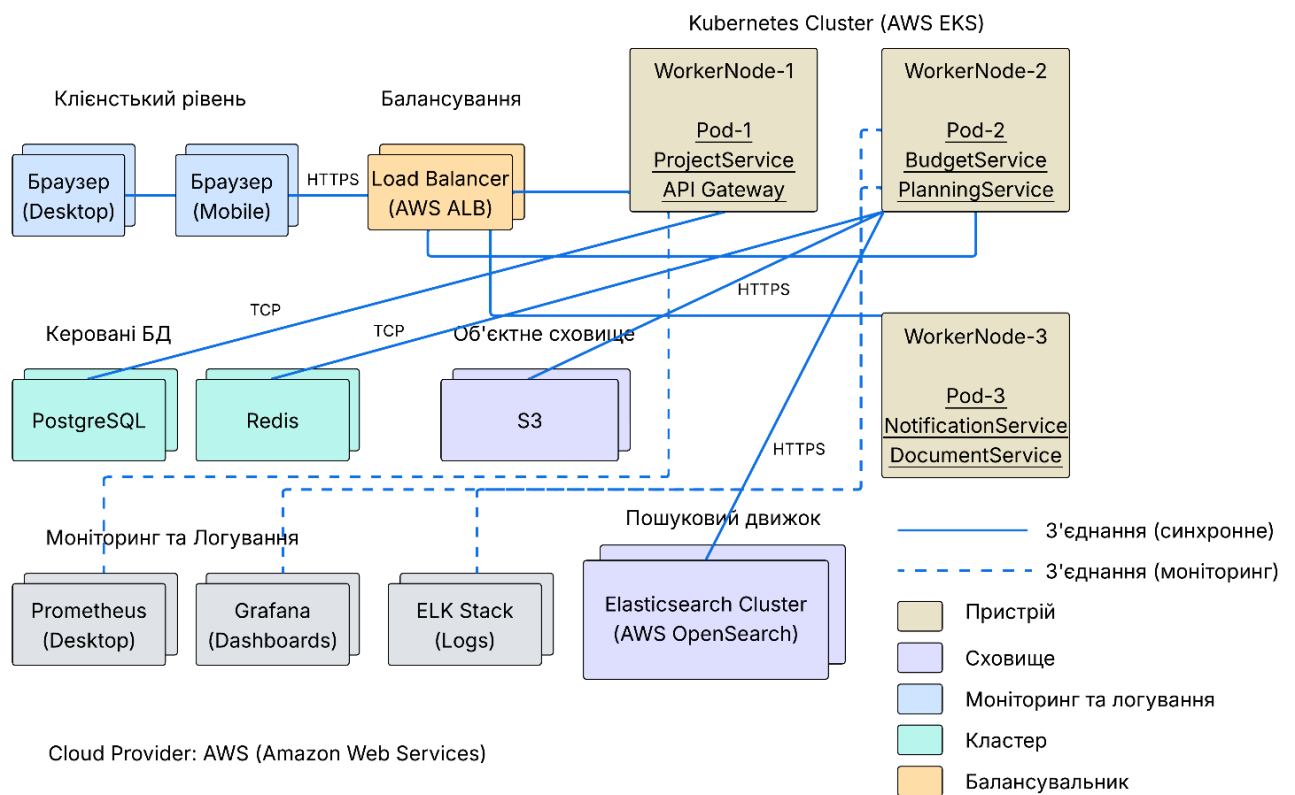


Рисунок 4.12 – Діаграма розгортання

Опис діаграми розгортання: На діаграмі розгортання зображені тривимірні блоки, що представляють апаратні вузли інформаційної системи. Клієнтський рівень представлений вузлом UserDevice, який відповідає пристрою користувача з веббраузером. Обробка вхідних запитів здійснюється вузлом LoadBalancer, який забезпечує маршрутизацію мережевого трафіку.

Основним обчислювальним компонентом системи є KubernetesCluster, до складу якого входять WorkerNode1, WorkerNode2 та WorkerNode3. Кожен робочий вузол містить pod з контейнерами мікросервісів. На першому вузлі розгорнуто Pod1 з контейнерами API Gateway та ProjectService. Другий вузол містить Pod2 з контейнерами PlanningService та BudgetService. На третьому вузлі розміщено Pod3, що включає контейнери DocumentService та NotificationService.

Для зберігання даних використовується вузол ManagedPostgreSQL, а для кешування — ManagedRedis. Зберігання файлів реалізовано за допомогою об'єктного сховища S3, а функції пошуку забезпечує ElasticsearchCluster.

Передача даних між клієнтським пристроєм і балансувальником навантаження, а також між балансувальником і кластером Kubernetes, здійснюється за протоколом HTTPS. Взаємодія з базою даних PostgreSQL та кешем Redis реалізована з використанням протоколу TCP. Доступ до об'єктного сховища S3 та кластера Elasticsearch здійснюється через HTTP.

Клієнтські пристрої користувачів можуть бути різних типів: настільні комп'ютери, ноутбуки, планшети, смартфони. На них виконується веб-браузер, який завантажує та виконує клієнтський застосунок. Браузер взаємодіє з серверною частиною через протокол HTTPS для забезпечення конфіденційності та цілісності даних при передачі.

Балансувальник навантаження є точкою входу для всіх запитів від клієнтів. Він розподіляє вхідний трафік між кількома екземплярами API Gateway для забезпечення високої доступності та продуктивності. Балансувальник виконує перевірку здоров'я екземплярів API Gateway та припиняє направлення трафіку на несправні екземпляри до їх відновлення.

Кластер Kubernetes складається з кількох робочих вузлів, на яких розгортаються поди з контейнерами мікросервісів. Kubernetes автоматично розподіляє поди по вузлах з урахуванням доступних ресурсів та налаштованих обмежень. Кожен під може містити один або кілька контейнерів, які тісно взаємодіють та потребують спільного розміщення. Типово кожен мікросервіс розгортається в окремому поді для забезпечення ізоляції та незалежного масштабування.

Керовані сервіси баз даних PostgreSQL та Redis надаються хмарним провайдером як повністю керовані рішення. Провайдер відповідає за встановлення, налаштування, резервне копіювання, оновлення, моніторинг баз даних, що зменшує операційне навантаження на команду розробки. Керовані бази даних зазвичай розгортаються в конфігурації з високою доступністю з автоматичним переключенням на резервну репліку в разі відмови основного вузла.

Об'єктне сховище S3 також є керованим сервісом, який забезпечує майже необмежену масштабованість та високу надійність через автоматичну реплікацію даних між кількома дата-центрами. Мікросервіси взаємодіють з S3 через HTTP API для завантаження та скачування файлів.

Кластер Elasticsearch може розгортатися як керований сервіс або self-hosted в тому ж Kubernetes кластері залежно від вимог до контролю та вартості. Для забезпечення високої доступності та продуктивності кластер складається з кількох вузлів, які реплікують індекси між собою.

4.3 Переваги та недоліки хмарної реалізації

Розроблена хмарна інформаційна система поєднує сучасні технології управління даними та обчислювальні ресурси, забезпечуючи низку ключових переваг для державного сектору. Однією з основних переваг є гнучкість та масштабованість системи, що дозволяє змінювати обсяг обчислювальних ресурсів відповідно до поточного навантаження. Це особливо актуально для управління державними інфраструктурними проєктами, де кількість користувачів та обсяг

даних можуть значно змінюватися на різних фазах проєкту, від ініціації до завершення. Масштабованість дозволяє швидко адаптуватися до пікових періодів навантаження, таких як проведення тендерів, публікація звітності або проведення аудитів, що підвищує ефективність управління процесами.

Ще однією перевагою є швидкість впровадження та централізоване оновлення системи. Розгортання середовища в хмарі не потребує тривалих процедур налаштування обладнання, що дозволяє сконцентрувати зусилля на конфігурації прикладного програмного забезпечення та інтеграції з існуючими державними сервісами. Центральне оновлення програмного забезпечення забезпечує своєчасне застосування виправлень та нових функцій, знижує ризик виникнення конфліктів між версіями та дозволяє швидко впроваджувати покращення без простоїв.

Хмарна архітектура забезпечує надійність та безперервність роботи завдяки використанню географічно розподілених дата-центрів, реплікації даних та автоматичного резервного копіювання. Безпека даних забезпечується багаторівневою системою контролю доступу, шифруванням інформації та аудитом дій користувачів. Це значно зменшує ризик втрати критично важливої інформації та несанкціонованого доступу, що є критично важливим для державних проєктів, особливо тих, що працюють із персональними та фінансовими даними.

Додатковою перевагою є підвищена прозорість та підзвітність процесів. Логування дій користувачів, єдине джерело правди для всіх даних та публічний доступ до агрегованої інформації дозволяють зменшити корупційні ризики та підвищити довіру громадськості до процесів управління.

Таким чином, система перетворюється з пасивного сховища інформації на активний інструмент запобігання кризам.

Таблиця 4.1 – Переваги та недоліки хмарної реалізації інформаційної систем

Критерій порівняння	Переваги	Недоліки
Масштабованість та гнучкість	Швидке збільшення та зменшення ресурсів відповідно до навантаження	Потреба у плануванні ресурсів; залежність від провайдера.
Швидкість впровадження	Розгортання без тривалого налаштування обладнання, інтеграція з державними сервісами.	Обмежена кастомізація специфічних функцій.
Оновлення та підтримка	Центральне оновлення ПЗ без простоїв, швидке застосування виправлень і нових функцій.	Залежність від політики провайдера щодо оновлень.
Надійність та безперервність	Реплікація даних, автоматичне резервне копіювання, географічно розподілені дата-центри.	Залежність від стабільності Інтернет-з'єднання.
Безпека даних	Контроль доступу, шифрування, аудит дій користувачів.	Потреба у кваліфікованому персоналі, ризик витоку при неналежному контролі.
Інтеграція з іншими системами	Єдиний інформаційний простір, виключення дублювання даних, краща координація підрозділів.	Можлива залежність від сумісності зовнішніх систем.
Прозорість та підзвітність	Логуювання дій, публічний доступ до агрегованої інформації, зменшення корупційних ризиків.	Необхідність налаштування доступу та контролю.

Незважаючи на численні переваги, хмарна реалізація має недоліки та обмеження, які потребують уваги. Основним обмеженням є залежність від

стабільності та пропускну здатності мережевого з'єднання. При обмеженому або нестабільному доступі до Інтернету функціонування системи може бути ускладнене або тимчасово недоступне, що є критичним для державних установ, які потребують постійного моніторингу та прийняття управлінських рішень.

Обмеження щодо кастомізації та гнучкості інфраструктури можуть ускладнити реалізацію специфічних або нестандартних вимог до архітектури системи. У таких випадках можлива потреба у використанні гібридних моделей або додаткових програмно-технічних рішень, що підвищує складність системи та вимоги до експлуатаційної підтримки.

Необхідність кваліфікованого персоналу для адміністрування, інтеграції та моніторингу хмарної платформи створює додаткові організаційні вимоги. Необхідна підготовка співробітників, визначення ролей та повноважень, а також налагодження процесів технічної підтримки та реагування на інциденти.

Порівняння переваг та недоліків показує, що хмарна модель забезпечує гнучкість, надійність та підвищену доступність, проте вимагає комплексного підходу до управління безпекою, адміністрування та стратегічного планування інтеграції з іншими системами. Незважаючи на обмеження, переваги системи значно переважають недоліки, особливо в контексті підвищення ефективності державного управління інфраструктурними проектами. Вони дозволяють організаціям оперативно реагувати на зміни, підвищувати прозорість процесів та забезпечувати сталу підтримку ключових рішень на всіх рівнях управління.

4.4 Висновки до четвертого розділу

У четвертому розділі виконано проєктування та реалізацію інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проектами на основі хмарних технологій з оцінкою ефективності прийнятих рішень.

Розроблена архітектура системи базується на сучасних принципах побудови розподілених хмарних застосунків з чітким розділенням відповідальності між

рівнями та компонентами. Модульна організація коду полегшує підтримку та розвиток застосунку.

Серверна частина побудована як набір спеціалізованих мікросервісів, кожен з яких відповідає за певну функціональну область. Рівень інтеграції з інтеграційними адаптерами забезпечує взаємодію з зовнішніми системами електронного бюджету та закупівель. Така архітектура інтеграції ізолює внутрішні сервіси від змін у зовнішніх системах.

Використання різнотипних систем зберігання даних оптимізованих для різних патернів доступу забезпечує ефективність рівня даних. Реляційна база даних PostgreSQL для транзакційних даних, об'єктне сховище S3 для файлів, Redis для кешування, Elasticsearch для повнотекстового пошуку представляють polyglot persistence підхід.

Інфраструктурний рівень з контейнеризацією та оркестрацією через Kubernetes забезпечує ефективне управління життєвим циклом застосунків. Системи моніторингу та централізованого логування надають необхідну видимість для оперативного виявлення та вирішення проблем.

Створені UML діаграми документують різні аспекти системи. Діаграма варіантів використання визначає функціональні вимоги з точки зору користувачів. Діаграма класів відображає об'єктну модель предметної області. Діаграма послідовності ілюструє динаміку взаємодії компонентів для реалізації сценаріїв. Діаграми компонентів та розгортання показують статичну та фізичну архітектуру системи. Ці діаграми є важливою частиною технічної документації для розробників та архітекторів.

Проектування інтерфейсу користувача в Figma з використанням системи дизайну та переіспользованих компонентів забезпечило консистентність та якість UI. Адаптивність інтерфейсу для різних розмірів екранів забезпечує доступність системи з будь-яких пристроїв.

Розроблена хмарна система забезпечує гнучкість, надійність та прозорість управління державними інфраструктурними проектами. Незважаючи на деякі

обмеження, її переваги значно перевищують недоліки та відповідають сучасним світовим стандартам управління проектами.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання управління державними інфраструктурними проєктами через розробку інформаційної системи підтримки управління на основі хмарних технологій. Виконані дослідження та розробки дозволяють сформулювати наступні висновки.

1. Проведений аналіз нормативно-правового забезпечення управління державними інфраструктурними проєктами в Україні виявив наявність розгалуженої системи регуляторних актів, які охоплюють різні аспекти інвестиційної діяльності, бюджетного процесу, публічних закупівель, екологічної експертизи. Проведено аналіз існуючих інформаційних систем підтримки управління проєктами показав, що на ринку представлений широкий спектр рішень від універсальних систем до спеціалізованих корпоративних продуктів. Більшість комерційних систем розроблені для приватного сектору і не повністю враховують специфіку державного управління.

Дослідження хмарних технологій показало їх придатність для державного сектору за умови врахування специфічних вимог до безпеки та суверенітету даних. Провідні хмарні провайдери пропонують спеціалізовані рішення для державного сектору з підвищеними вимогами до ізоляції даних, сертифікаціями відповідності стандартам безпеки, можливістю географічного обмеження розміщення даних. Встановлено економічну ефективність хмарної моделі через відсутність великих початкових капітальних витрат, оплату тільки за фактично використані ресурси, зниження операційних витрат на адміністрування. Світовий досвід демонструє успішні приклади використання хмарних технологій в електронному урядуванні різних країн.

2. Система концептуально складається з п'яти основних підсистем: планування та ініціації, управління виконанням, фінансового менеджменту, управління закупівлями, аналітики та звітності. Ключовими принципами концепції є єдине джерело правди для всіх проєктних даних, рольова модель доступу з чітким розмежуванням повноважень, інтероперабельність з існуючими державними

системами через стандартизовані API, прозорість та підзвітність через логування всіх дій та публічний доступ до агрегованої інформації. Детально описані процеси ініціації з формуванням ідеї та попередньою експертизою, планування з календарним плануванням та бюджетуванням, виконання з розподілом завдань та відстеженням прогресу, моніторингу і контролю з аналізом відхилень та управлінням змінами, завершення з формальним прийняттям результатів та аналізом отриманих уроків. Моделі визначають учасників, послідовність дій, точки прийняття рішень, вхідні дані та результати кожного процесу, що створює основу для автоматизації. Визначені інформаційні потоки між компонентами системи включають потоки створення та оновлення проєктної інформації, інтеграції з зовнішніми системами, комунікації між учасниками, формування звітності та аналітики.

3. Розроблені алгоритми збору та обробки інформації про проєкти забезпечують автоматизацію процесів від створення нового проєкту до його завершення. Розроблений метод підтримки управлінських рішень базується на багаторівневій моделі прийняття рішень з специфічними інструментами для кожного рівня. На стратегічному рівні багатокритеріальний аналіз та оптимізація портфеля проєктів допомагають розподіляти обмежені ресурси для максимізації сумарної цінності. На тактичному рівні методи оптимізації календарних розкладів підтримують пошук компромісів між конфліктуючими цілями. На оперативному рівні прецедентний підхід дозволяє швидко знаходити апробовані рішення для типових проблем. Візуалізація інформації через різноманітні діаграми та інтерактивні дашборди забезпечує швидке сприйняття складної інформації для прийняття рішень. Вимоги структуровані за підсистемами та сформульовані конкретно для можливості верифікації їх виконання.

Технічні вимоги визначають мікросервісну архітектуру, хмарне розгортання, кількісні цілі для продуктивності, доступності та масштабованості. Багаторівневий підхід до безпеки включає автентифікацію, авторизацію, шифрування даних, захист від типових веб-вразливостей. Вимоги до резервного копіювання та моніторингу забезпечують операційну надійність системи. Проєктування

інтерфейсу користувача в Figma з використанням системи дизайну забезпечило консистентність та якість UI. Інтерактивні прототипи дозволили валідувати дизайн через юзабіліті-тестування та виявити проблеми зручності на ранніх стадіях. Адаптивність для різних розмірів екранів забезпечує доступність з будь-яких пристроїв.

4. Створені UML діаграми документують різні аспекти системи для полегшення розуміння розробниками та архітекторами. Діаграма варіантів використання визначає функціональні вимоги з точки зору користувачів різних ролей. Діаграма класів відображає об'єктну модель з основними сутностями, атрибутами, методами та зв'язками. Діаграма послідовності ілюструє динаміку взаємодії для реалізації сценарію створення проєкту. Діаграми компонентів та розгортання показують статичну та фізичну архітектуру з залежностями між елементами та їх розміщенням на апаратних вузлах.

Практична цінність розробленої системи полягає в можливості її впровадження органами державної влади для модернізації підходів до управління інфраструктурними проєктами.

Результати виконаної роботи створюють надійну основу для впровадження сучасної інформаційної системи управління державними інфраструктурними проєктами на хмарній основі. Напрямами подальших досліджень можуть бути розробка детальних специфікацій API для інтеграції з зовнішніми системами, дослідження можливостей застосування технологій штучного інтелекту для прогнозування ризиків та автоматизації прийняття рутинних рішень, розробка мобільних додатків для доступу до системи з смартфонів та планшетів, дослідження використання блокчейн для забезпечення незмінюваності критичних записів, розробка механізмів громадської участі для залучення громадян до моніторингу проєктів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Васильєв І. Реалізація інфраструктурних проєктів із цифровізації процесів управління організацією дорожнього руху: термінологічний аспект. *Управління розвитком складних систем*. 2024. № 58. С. 15–24. URL: <http://mdcs.knuba.edu.ua/article/view/309380/300909> (дата звернення: 03.12.2025).
2. Теленик С. С. Адміністративно-правове регулювання державної системи захисту критичної інфраструктури України : Запорізький національний університет. Запоріжжя, 2021. URL: https://phd.znu.edu.ua/page/aref/07_2021/telenyk_avtoreferat.pdf (дата звернення: 03.12.2025).
3. Тесля Ю. М., Лавренко В. С. Системи підтримки прийняття рішень в управлінні проєктами. *Збірник тез доповідей*. 2024. С. 46. URL: https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/5809/1/Збірник%20тез_2024.pdf (дата звернення: 03.12.2025).
4. Кузьмініх В. О., Коваль О. В., Тараненко Р. А. Моделі та засоби управління ІТ-проєктами. 2023. URL: <http://library.megu.edu.ua:8180/jspui/bitstream/123456789/4429/1/2023.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).
5. Ткаченко О., Ткаченко К., Піддубченко М. Аналіз сучасних тенденцій розробки інформаційних систем. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2024. Вип. 4 (24). С. 205–220. URL: <https://csecurity.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/595/475> (дата звернення: 03.12.2025).
6. Споришев К. О. Механізми державного управління системою інформаційно-аналітичного забезпечення сил безпеки України : дис. ... д-ра наук з держ. упр. : 25.00.02. Харків, 2024. URL: <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/spetsializovani-vcheni-rady/02.05.03/refSporyshev.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).
7. Kruhlov V. V., Tereshchenko D. A. Інновації в системі державного управління. URL: <https://www.researchgate.net/publication/377839787> (дата звернення: 03.12.2025).

8. Глущенко Б. І. Перспективи розвитку та використання хмарних технологій державного сектору: кращі практики зарубіжного досвіду. *Інформація і право*. 2021. № 2 (37). С. 39–45. URL: <http://il.ippi.org.ua/article/view/238334> (дата звернення: 03.12.2025).
9. Складанний П. М., Гулак Г. М., Корнієць В. А. Коаліційний підхід до управління кібербезпекою інформаційних систем що застосовують хмарні технології. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2025. Вип. 28 (4). С. 8–25. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/52265/> (дата звернення: 03.12.2025).
10. Кужда Т. І., Луциків І. В. Дослідження ролі та оцінювання перспектив розвитку хмарних сервісів у сфері публічного управління. 2024. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/46523/1/Стаття.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).
11. Sallehudin H. et al. Performance and key factors of cloud computing implementation in the public sector. *International Journal of Business and Society*. 2020. Vol. 21, No. 1. P. 134–152.
12. Ali O. et al. Cloud computing technology adoption: an evaluation of key factors in local governments. *Information Technology & People*. 2021. Vol. 34, No. 2. P. 666–703. URL: <https://www.emerald.com/itp/article-abstract/34/2/666/186945> (дата звернення: 03.12.2025).
13. Amron M. T., Ibrahim R., Abu Bakar N. A. Cloud computing acceptance among public sector employees. *TELKOMNIKA*. 2021. Vol. 19, No. 1. P. 124–133. URL: <https://www.telkomnika.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/view/17883/9590> (дата звернення: 03.12.2025).
14. Sharma M., Sehrawat R. A hybrid multi-criteria decision-making method for cloud adoption: Evidence from the healthcare sector. *Technology in Society*. 2020. Vol. 61. P. 101258.
15. Тимченко С. Концепція цифровізації дорожньо-інфраструктурних проектів в Україні: використання геоінформаційних технологій для підвищення ефективності управління. *Управління розвитком складних систем*. 2024. № 60. С.

95–104. URL: <http://mdcs.knuba.edu.ua/article/view/322045/312518> (дата звернення: 03.12.2025).

16. Тимченко С. І. Цифровізація дорожньо-інфраструктурних проєктів із застосуванням геоінформаційних технологій : дис. ... канд. техн. наук. Київ, 2025. URL: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2025/07/phd_tymchenko.pdf (дата звернення: 03.12.2025).

17. Захарчишин С. В., Зачко О. Б. Застосування мультиагентних систем в управлінні інфраструктурними проєктами в умовах воєнного стану : дис. ... канд. техн. наук. Львів, 2024. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/15445/1/merged.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).

18. Малюхова Ю. І. Оптимізація системи управління інфраструктурою міст в умовах реформування публічної влади України : дис. ... д-ра наук з держ. упр. Харків, 2025. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/68137/> (дата звернення: 03.12.2025).

19. Дзюндзюк К. В. Публічне управління міським розвитком на засадах концепції розумного міста : дис. ... д-ра філософ. наук. Харків, 2023. URL: https://karazin.ua/storage/Dziundziuk_merged.pdf (дата звернення: 03.12.2024).

20. Нестеренко О. Інформатизація державного управління: тернистий шлях піднесення. 2024. URL: <http://e.ieu.edu.ua/bitstream/123456789/1214/1/2024.pdf> (дата звернення: 03.12.2024).

21. Глізнуца М., Соболев Р., Крамської О. Інформаційні системи як інструмент ефективного управління проєктами в цифровій економіці. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки)*. 2025. № 3. С. 54–60. URL: <http://es.khpi.edu.ua/article/view/339001/327195> (дата звернення: 03.12.2024).

22. Кобилкін Д. С., Павук І. В. Моделювання процесів тактичного управління ризиками в інфраструктурних проєктах, програмах та портфелях проєктів. 2023. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/12529/1/Вісник%202023.pdf> (дата звернення: 02.12.2025).

23. Мартиняк І., Бакушевич І. Гібридні моделі управління проєктами в умовах сталого розвитку та цифрової економіки. *Сталий розвиток економіки*. 2024. № 3 (50). С. 21–26. URL: <https://economdevelopment.in.ua/index.php/journal/article/view/991/949> (дата звернення: 03.12.2025).
24. Зачко О. Б., Кобилкін Д. С. Гібридні технології управління інфраструктурними проєктами та програмами. 2022. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/15458> (дата звернення: 03.12.2024).
25. Fischer M. et al. Strategy archetypes for digital transformation: Defining meta objectives using business process management. *Information & Management*. 2020. Vol. 57, No. 5. P. 103262.
26. Reijers H. A. Business Process Management: The evolution of a discipline. *Computers in Industry*. 2021. Vol. 126. P. 103404.
27. Мороз Б. І. та ін. Математична модель раціональної організації обробки інформаційних потоків в системі доставки літальними апаратами. *System technologies*. 2024. № 2 (151). С. 3–12.
28. Moroz B., Kruhlyk A. Концептуальна модель обробки інформаційних потоків в системі безпілотних літальних апаратів. *Computer-integrated technologies: education, science, production*. 2024. № 55. С. 155–160.
29. Чорна Л., Коваленко О., Гончар О. Інтеграція інформаційних та управлінських процесів в системі менеджменту сучасного підприємства. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences*. 2021. № 298.5 (2). С. 209–213. URL: <https://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2022/05/2021-en-52-34.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).
30. Kryvoruchko O., Desiatko A., Synichuk O. Моделювання інформаційної системи проведення незалежного аудиту інформаційної безпеки. *Управління розвитком складних систем*. 2020. № 43. С. 67–75. URL: <http://mdcs.knuba.edu.ua/article/view/219838/219575> (дата звернення: 03.12.2024).
31. Паламарчук Є. А., Денесяк О. І. Побудова агентної моделі з адаптаційними властивостями в інформаційних технологіях аналізу контексту в системах оцінювання знань. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2023.

№ 5. С. 32–40. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/38565/136417.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).

32. Salnyk S. Модель ієрархічної системи управління потоками даних мобільної радіомережі. *Collection "Information Technology and Security"*. 2024. Vol. 12, No. 2. P. 313–322. URL: <https://its.iszzi.kpi.ua/article/view/315766/309386> (дата звернення: 01.12.2025).

33. Ачкасова Л. М. Модель управління матеріальними потоками в логістичних системах. *Економіка транспортного комплексу*. 2021. Вип. 37. С. 36. URL: <https://etk.khadi.kharkov.ua/article/view/234012/232652> (дата звернення: 02.12.2024).

34. Негода Т. С., Полова Ж. М., Горна А. О. Розробка організаційно-функціональної моделі використання інформаційних потоків як маркетингового інструменту для підвищення якісної фармацевтичної допомоги. 2023. URL: <http://ir.librarynmu.com/bitstream/123456789/9527/1/Розробка.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).

35. Ruth A. A., Bukie O. F., Ariyo A. A. Information Systems Research Methodologies: A Systematic Review on Cloud Adoption, Usage and Performance. *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng.* 2023. Vol. 11, No. 5. P. 1–15.

36. Xiong X. Development of AI intelligent decision-making system for engineering project investment cost control based on Big Data information collection algorithm. *2022 International Conference on Edge Computing and Applications (ICECAA)*. IEEE, 2022. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9936347> (дата звернення: 03.12.2025).

37. Chang V. et al. An artificial intelligence model for heart disease detection using machine learning algorithms. *Healthcare Analytics*. 2022. Vol. 2. P. 100016.

38. Rajdhan A. et al. Heart disease prediction using machine learning. *Journal of Engineering Sciences*. 2023. Vol. 14, No. 4. P. 440–450. URL: <https://jespublication.mlsoft.in/upload/2023-HEART.pdf> (дата звернення: 03.12.2025).

39. Zinchenko A. Yu. Проектування розподілених інформаційних систем на основі використання технології слабозв'язаних компонентів. *Systems and*

Technologies. 2022. Vol. 63, No. 1. P. 5–14. URL: <https://www.st.umsf.in.ua/index.php/journal/article/view/81/91> (дата звернення: 03.12.2025).

40. Смірнова Т. В., Смірнов О. А., Буравченко К. О. Системи підтримки технологічних процесів з використанням хмарних технологій. *Integration of information systems and intelligent technologies in the conditions of information society transformation*. Poltava, 2021. P. 57. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8e2c79db-920d-432b-955c-f1adf68c6c41/content> (дата звернення: 03.12.2025).

41. Півнєва О. А., Шапошнікова О. П. Проектування та розробка прототипу інформаційної системи на підприємстві. 2021. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/8cbd3901/content> (дата звернення: 03.12.2025).

42. Smirnova T. et al. Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин. *Advanced Information Systems*. 2021. Vol. 5, No. 4. P. 79–95. URL: <http://ais.khpi.edu.ua/article/view/247293/244618> (дата звернення: 03.12.2024).

43. Терновий І. М. Інформаційна технологія проектування автоматизованої системи забезпечення діяльності студентського містечка : дис. ... канд. техн. наук. Львів, 2025. URL: <https://lpnu.ua/ivanternovyidissertation.pdf> (дата звернення: 3.12.2024).

44. Smirnova T. et al. Дослідження хмарних технологій як сервісів. *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. 2020. Вип. 3 (7). С. 43–62. URL: <https://csecurity.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/132/132> (дата звернення: 03.12.2024).

45. Jira vs Microsoft Project | StackShare. URL: <https://stackshare.io/stackups/jira-vs-microsoft-project> (дата звернення: 15.12.2025).

46. Kerzner H. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. 12th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2017. 832 p.

47. Крамської Д. Ю. та ін. Інформаційні системи як інструмент ефективного управління проектами в цифровій економіці. *Економіка та управління*. 2025.
48. Можливість використання методів прийняття рішень для інформаційних систем управління проектами. *Вісник КНУБА*. 2024.
49. Sablatzky T. The delphi method. *Hypothesis: Research Journal for Health Information Professionals*. 2022. Vol. 34, No. 1. P. 1–5.
50. Judijanto L., Vandika A. Y., Muhtadi M. A. Evolution of Cloud Computing Research in Information Systems. *West Science Information System and Technology*. 2024. Vol. 2, No. 02. P. 256–268.
51. Giantri L. T. et al. Optimizing Digital Transformation Through AI and Cloud Technology Integration for Innovation in Big Data-Driven Information Systems. *Journal of Applied Informatics and Computing*. 2025. Vol. 9, No. 5. P. 10067.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

КОПІЯ ОПУБЛІКОВАНОЇ НАУКОВОЇ СТАТТІ

Благодир І.А. Інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій.

За матеріалами XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2025», м. Хмельницький 14-15 листопада 2025 р, С. 36-37.

УДК 004.738.5

Благодир І.А., Гнатчук Є.Г.

*Хмельницький національний університет***ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНИМИ ІНФРАСТРУКТУРНИМИ ПРОЄКТАМИ НА ОСНОВІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Розглянуто концептуальні підходи до проектування інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проєктами, її структурну організацію та інтеграцію користувацьких інтерфейсів із базою даних у хмарному середовищі.

The conceptual approaches to designing an information system for supporting the management of state infrastructure projects, its structural organization, and the integration of user interfaces with the database in a cloud environment are considered.

Сучасний розвиток державного управління характеризується активним впровадженням цифрових інструментів, які сприяють підвищенню ефективності планування, реалізації та моніторингу інфраструктурних проєктів [1]. З огляду на масштабність, багаторівневість та високу вартість таких проєктів, виникає потреба у створенні єдиної інформаційної системи підтримки управління, що базується на хмарних технологіях. Хмарні сервіси дозволяють державним органам забезпечити централізоване управління даними, віддалений доступ до інформації, гнучкість масштабування, а також прозорість взаємодії між усіма учасниками проєктного процесу від замовників і підрядників до контролюючих структур.

Метою роботи є розроблення концепції та визначення підходів до створення інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій, яка забезпечить підвищення ефективності планування, моніторингу, координації та контролю реалізації інфраструктурних ініціатив.

Концепція побудови сучасної інформаційної системи підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій ґрунтується на інтеграції цифрових технологій обробки та аналізу даних, хмарних сервісів і аналітичних платформ, що забезпечує безперервну взаємодію всіх учасників життєвого циклу проєкту, починаючи від його ініціації та завершуючи експлуатацією.

Основна ідея полягає у створенні єдиного цифрового простору, де всі дані щодо стану реалізації проєктів, фінансування, строків виконання, діяльності підрядників, ризиків та ефективності доступні в режимі реального часу, що значно підвищує прозорість та контрольованість процесів. Інформаційна система має модульну архітектуру, яка дозволяє адаптувати її до різних типів державних інфраструктурних проєктів, таких як транспортні, будівельні, енергетичні або соціальні об'єкти. Кожен модуль відповідає за окремі аспекти управління, включаючи планування ресурсів та графіків робіт, моніторинг виконання завдань і ключових показників ефективності, оцінку ризиків та розробку заходів реагування, а також забезпечує комунікацію між державними органами, підрядниками та громадськістю і створює умови для аналітики і формування звітів на основі даних.

Особливістю інфраструктурних проєктів державного рівня (будівництво доріг, мостів, лікарень, шкіл, систем водопостачання, енергетичних об'єктів тощо) є те, що вони вимагають координації великої кількості учасників, таких як міністерства, підрядні організації, банки, органи місцевого самоврядування та громадськість. Проблеми традиційних методів управління з використанням локальних баз даних або паперових звітів мають ряд недоліків, що в свою чергу призводять до затримок у реалізації проєктів, перевитрат коштів та ризику корупційних зловживань [2].

Хмарні технології можуть вирішити ряд цих проблем або зменшити їх вплив. Для державних потреб оптимальним є поєднання гібридної хмарної моделі, що поєднує безпечне зберігання критичних даних у державному дата-центрі з можливістю використання публічних сервісів (Microsoft Azure, Amazon Web Services, Google Cloud тощо) для аналітики, візуалізації та управління [3].

Отже, інформаційна система управління державними інфраструктурними проєктами має модульну структуру, що включає такі основні компоненти:

1. Модуль реєстрації та моніторингу проєктів для зберігання основних параметрів (бюджет, етапи, терміни, відповідальні); автоматичного відстеження статусів виконання та візуалізації прогресу у вигляді дашбордів.

2. Модуль управління документами для створення, погодження та версійний контролю документів з інтеграцією з електронним документообігом державних структур.

3. Фінансово-аналітичний модуль для контролю бюджетного фінансування, аналітики витрат за статтями та прогнозуванням ризиків перевищення кошторисів.

4. Модуль взаємодії з підрядниками та громадськістю для електронних тендерів та звітності підрядників.

5. Аналітичний модуль для візуалізації ключових показників та прогнозної аналітики.

Впровадження такої системи у хмарному середовищі забезпечує низку важливих переваг. Зокрема, масштабованість і гнучкість, доступність для всіх учасників, безпека, оскільки сучасні хмарні платформи підтримують шифрування, резервне копіювання та контроль доступу та відсутність потреби у локальному серверному обладнанні та скорочення витрат на адміністрування.

Отже, запропонована інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій дозволяє підвищити ефективність планування, координації та контролю реалізації проєктів завдяки централізованому зберіганню даних, інтеграції користувацьких інтерфейсів із базою даних та модульній архітектурі системи

Перелік посилань

1. Tsyfrovi transformatsii v Ukraini: chy vidpovidaiut vitchyzniani instytutysiini umovy zovnishnim vyklykam ta yevropeiskomu poriadku dennomu? [Elektronnyi resurs]. URL: http://eap-csf.org.ua/wp-content/uploads/2021/04/Research_DT_PF_WG2_ua-1.pdf.
2. Jajac N. Decision Support for Infrastructure Management of Public Institutions. Sustainability. 2025. 17(5). p.2096.
3. Wang D., Zhong D., Li L. A comprehensive study of the role of cloud computing on the information technology infrastructure library (ITIL) processes. Library Hi Tech, 2022. Vol. 40 №6. pp. 1954–1975

ДОДАТОК Б (обов'язковий)

ПРЕЗЕНТАЦІЯ



Інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій

Виконав: студент 2 курсу, група ІСТм-24-1
Ігор БЛАГОДИР
Керівник: доктор техн. наук, професор
Єлизавета ГНАТЧУК

Актуальність теми

Критична важливість

Управління державними інфраструктурними проєктами є критично важливим для соціально-економічного розвитку країни.

Світова практика

Провідні країни використовують ІС для підвищення прозорості, ефективності та якості управлінських рішень.

Відновлення України

Особливо актуально в контексті післявоєнного відновлення, що вимагає швидкої та прозорої реалізації проєктів.

Мета та завдання

Метою роботи є оптимізація управління державними інфраструктурними проєктами за рахунок розробки інформаційної системи підтримки управлінських рішень на основі хмарних технологій.

01	02
Аналіз	Дослідження
Нормативно-правового забезпечення та існуючих ІС.	Хмарних технологій для держсектору.
03	04
Розробка	Алгоритми
Концепції та моделювання бізнес-процесів.	Збору, обробки інформації та підтримки рішень.
05	06
Проектування	Оцінка
Архітектури системи та інтерфейсу.	Ефективності розробленої системи.

Таблиця порівняння сучасних систем управління проєктами

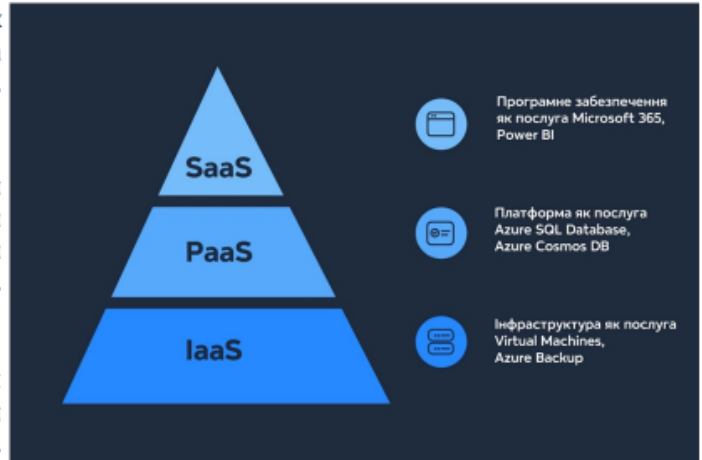
Система	Тип	Основні можливості	Методології	Інтеграція	Підтримка державного сектору
Microsoft Project	Комерційна	Планування графіків, розподіл ресурсів, контроль витрат	Критичний шлях, освоєний	SharePoint, Power BI	Обмежена, корпоративна інтеграція
Primavera P6	Комерційна	Управління портфелями проєктів, календарне планування, аналіз ризиків	Класична, ризики	ERP-системи, API	Так, корпоративний клас, капіталомісткі проєкти
Jira	Комерційна	Agile, Scrum, відстеження задач, дашборди	Agile, Scrum	Інструменти розробки, API	Обмежена, адаптація до держструктур можлива
OpenProject	Відкрите ПЗ	Планування, управління задачами, дашборди	Waterfall, Agile	API, інтеграція через плагіни	Можлива, потребує кваліфікованих IT-спеціалістів
Redmine	Відкрите ПЗ	Планування, відстеження проблем, документи	Гнучкі методології	Плагіни, API	Можлива, потребує налаштування
Taiga	Відкрите ПЗ	Agile-дошки, Kanban, звіти	Scrum, Scrum, Kanban	API, плагіни	Можлива, потребує кваліфікації

Піраміда хмарних моделей

Модель SaaS передбачає надання готових програмних додатків через інтернет на умовах підписки.

Модель PaaS надає платформу для розробки, тестування та розгортання додатків без необхідності управління базовою інфраструктурою.

Модель IaaS надає організаціям віртуалізовані обчислювальні ресурси через інтернет.



Концепція та моделювання

Концепція ІС

Визначення функціоналу, архітектури та взаємодії з держсистемами.



Моделювання бізнес-процесів

Використання нотації BPMN з урахуванням законодавства.

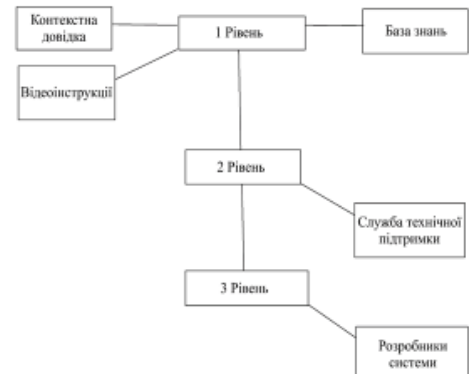
Моделі інфопотоків

Формалізація обміну даними між компонентами системи.

Схеми системи технічної підтримки користувачів та інформаційної системи

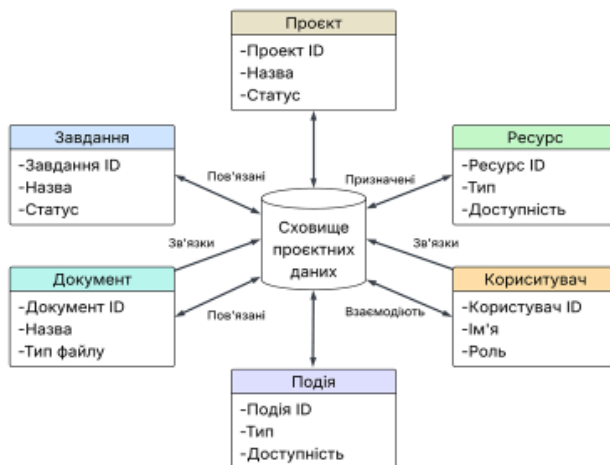


Концептуально система складається з п'яти основних підсистем, кожна з яких відповідає за певний аспект управління проєктами.



Концепція технічної підтримки користувачів передбачає створення багаторівневої системи допомоги.

Сховище проєктних даних



Центральним елементом інформаційної архітектури системи є сховище проєктних даних, яке містить усю інформацію про проєкти в структурованому вигляді. Це сховище реалізоване як реляційна база даних з додатковими сховищами для неструктурованих даних.

$$A \cdot B = \{ (a, b) \mid a \in A, b \in B \}$$

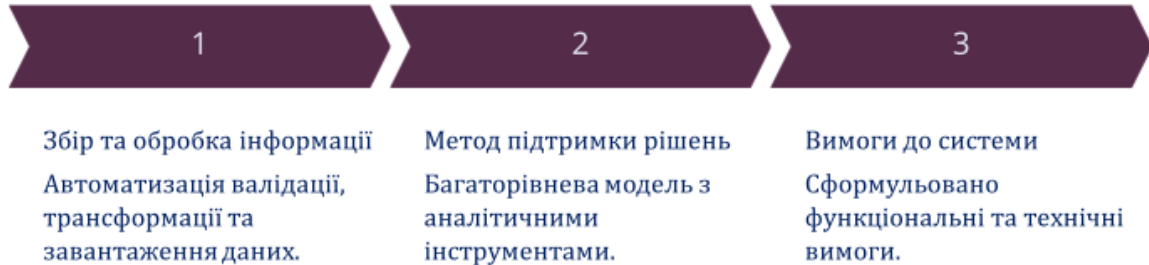
де:

A, B – довільні множини;

a – елемент, що належить множині A ;

b – елемент, що належить множині B .

Алгоритми та методи



Багаторівнева модель прийняття рішень

Концептуальною основою методу є багаторівнева модель прийняття рішень, яка враховує ієрархічну структуру управління державними проектами.



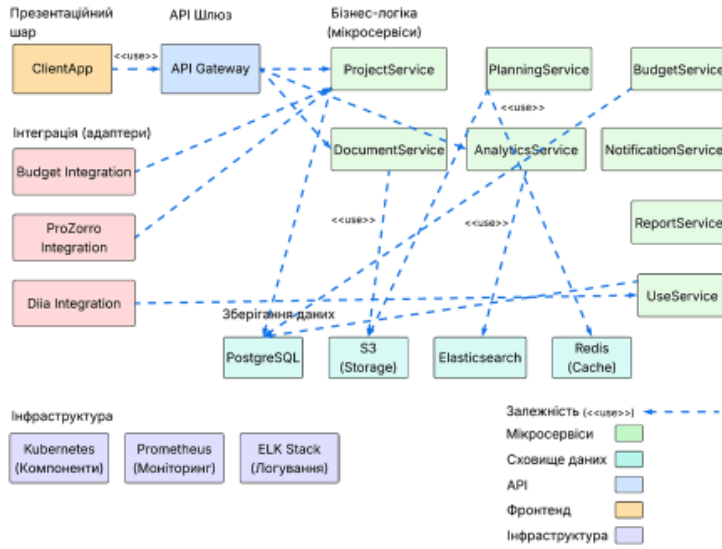
UML-діаграми та архітектура системи



UML-діаграми та архітектура системи



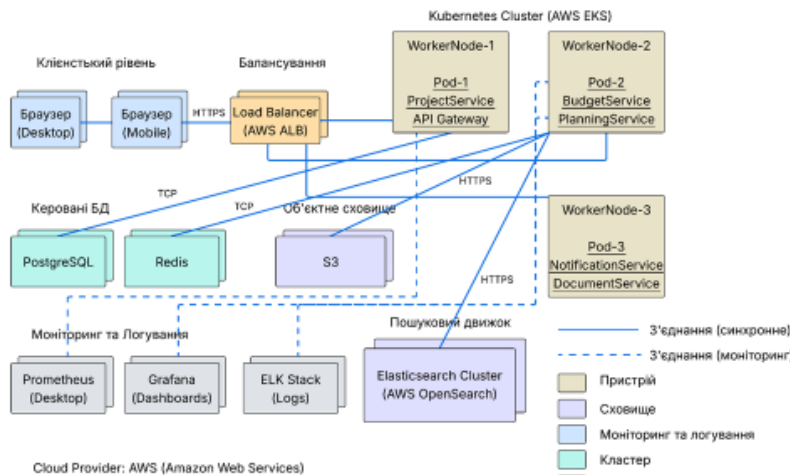
UML-діаграми та архітектура системи



Діаграма компонентів показує організацію та залежності між програмними компонентами системи. На діаграмі представлені логічні компоненти архітектури: клієнтський застосунок, API Gateway, мікросервіси бізнес-логіки, інтеграційні адаптери, системи зберігання даних, інфраструктурні сервіси.

UML-діаграми та архітектура системи

Діаграма розгортання



Діаграма розгортання показує фізичну архітектуру системи з апаратними вузлами та розподілом програмних компонентів по цих вузлах. На діаграмі представлені обчислювальні вузли: клієнтські пристрої користувачів, балансувальник навантаження, кластер Kubernetes з робочими вузлами, керовані сервіси баз даних, об'єктне сховище.

Проектування інтерфейсу користувача

Проектування інтерфейсу користувача є критично важливим етапом розробки інформаційної системи, оскільки визначає, наскільки зручною та ефективною буде взаємодія користувачів з системою.



Екран входу в систему

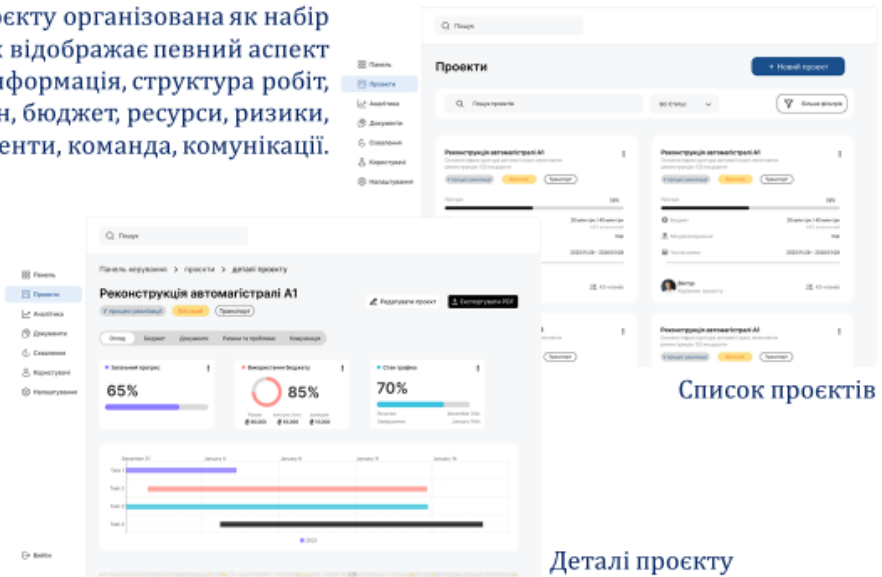


Головна панель інструментів

Проектування інтерфейсу користувача

Детальна сторінка проекту організована як набір вкладок, кожна з яких відображає певний аспект проекту: загальна інформація, структура робіт, календарний план, бюджет, ресурси, ризики, документи, команда, комунікації.

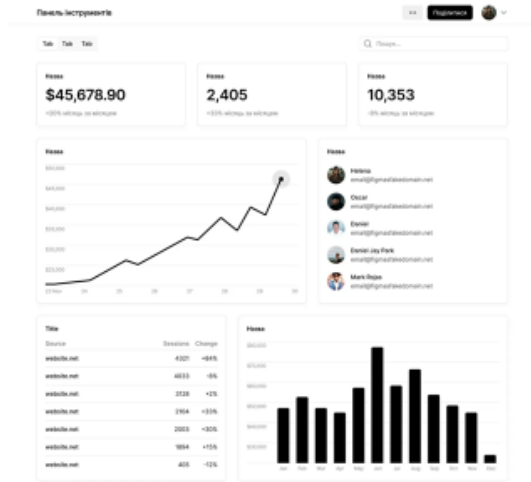
Модуль календарного планування включає інтерактивну діаграму Ганта, яка дозволяє візуалізувати та редагувати календарний план проекту.



Список проектів

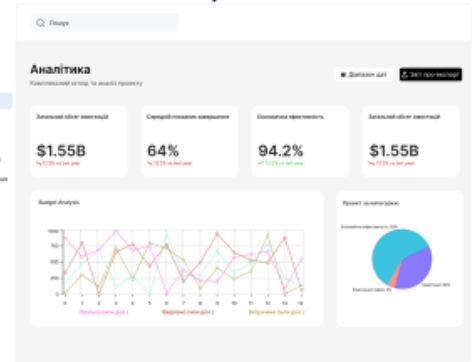
Деталі проекту

Проектування інтерфейсу користувача



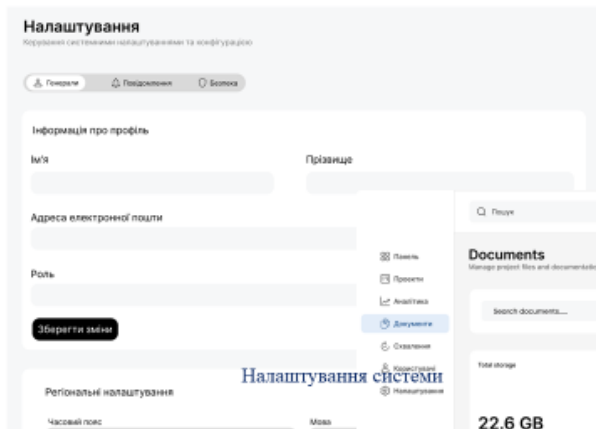
Інтерфейс звітності

Модуль аналітики та звітності включає конструктор запитів для створення власних звітів, бібліотеку шаблонів типових звітів, інструменти візуалізації даних. Модуль налаштувань дозволяє користувачам персоналізувати інтерфейс системи відповідно до своїх переваг.



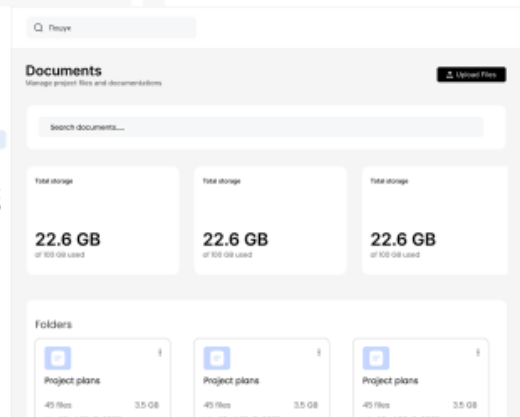
Управління документами

Проектування інтерфейсу користувача



Налаштування системи

Рівень бізнес-логіки реалізовано як набір мікросервісів, кожен з яких відповідає за певну функціональну область та може розгортатися і масштабуватися незалежно від інших.



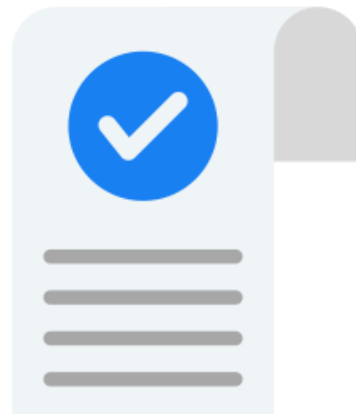
Аналітика проєктів

Висновки

Розроблена інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій забезпечує:

- Автоматизацію процесів планування, реалізації та моніторингу проєктів.
- Підвищення прозорості використання бюджетних коштів.
- Підтримку прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Результати роботи мають як теоретичне, так і практичне значення для модернізації системи управління державними інфраструктурними проєктами в Україні.



Дякую за увагу!

Протокол аналізу звіту подібності експертом

Заявляю, що я ознайомився (-лась) з Повним звітом подібності, який був згенерований Системою виявлення і запобігання плагіату щодо роботи:

Автор: Ігор БЛАГОДИР

Співавтор:

Назва: Інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій

Експерт: Єлизавета ГНАТЧУК

Підрозділ: Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Коефіцієнт подібності 1:1.1%

Коефіцієнт подібності 2:0.3%

Мікропробіли: 3

Заміна букв: 2

Інтервали: 0

Білі знаки: 1

Дата створення звіту: 2025-12-21 19:48:41.0

Після аналізу Звіту подібності констатую наступне:

Запозичення, виявлені в роботі є законними і не є плагіатом. Рівень подібності не перевищує допустимої межі. Таким чином робота незалежна і приймається.

Запозичення не є плагіатом, але перевищено граничне значення рівня подібностей. Таким чином робота повертається на доопрацювання.

Виявлено запозичення і плагіат або навмисні текстові спотворення (маніпуляції), як передбачувані спроби укриття плагіату, які роблять роботу невідповідною вимогам законодавства (Ст. 32. ЗУ Про вищу освіту, пункт 3.1, Ст. 42. ЗУ Про освіту) та вимог НАЗЯВО (Критерій 5), а також кодексу етики і процедурам. Таким чином робота не приймається.

Обґрунтування:

2025-12-22

Дата



Доцент Андрій Нічепорук

експерт

Anti-Plagiarism (UA) v-15.284 Educational

The maximum coincidence with one document 0.0%

Dictionaries check: en_US, ru_RU, ua_UA. Errors in the documents: 11%

ID: 268144 Title: МКР Інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проектами на основі хмарних технологій Added in a DB: 2025-12-21 Authors: Ігор БЛАГОДІП Heads: Єлизавета ГНАТЧУК Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DB	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	149525	1059	2319 (2%)	29 (3%)

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Здобувач: Ігор БЛАГОДИР

Тема: Інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій

Спеціальність: 126 «Інформаційні системи та технології»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень —; кількість сторінок записки 95

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень У роботі запропоновано Інформаційну система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню Кваліфікаційна робота магістра відповідає виданому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі виконано комплексний аналіз, досліджено існуючі інформаційні системи, проаналізовано переваги та обмеження хмарних технологій для державного сектору. У другому розділі розроблено концепцію інформаційної системи, яка визначає функціональність можливості, архітектуру та принципи взаємодії з існуючими державними системами. У третьому розділі розроблено алгоритми збору та обробки інформації про проєкти, які забезпечують автоматизацію процесів валідації, трансформації та завантаження даних. Запропоновано метод підтримки управлінських рішень. Сформульовано функціональні та технічні вимоги до системи. У четвертому розділі спроектовано архітектуру системи на основі мікросервісного підходу.

4. Позитивні сторони роботи: Робота базується на сучасних методах розробки інформаційної системи підтримки управління на основі хмарних технологій, яка забезпечує інтеграцію процесів планування, реалізації, моніторингу та контролю проєктів в єдиному інформаційному просторі.

5. Негативні сторони роботи: В роботі не достатньо уваги приділено обмеженням системи.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: —

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на достатньому професійному рівні.

8. Інші зауваження: —

9. Оцінка кваліфікаційної роботи:

Розглянувши позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи вважаю, що робота заслуговує оцінки «задовільно» (Е / 60)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) —

Барман О.В., професор, д.т.н., зав. каф.
Комп'ютерних наук

«19» грудня 2025р.



Зав. кафедри КПС
д-р. філософії Ользі ПАВЛОВІЙ

Ігор БЛАГОДИР

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 2 курсу, групи ІСТм-24-1

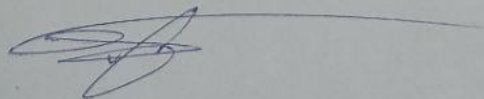
ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомена. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщена та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (StrikePlagiarism та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

1 грудня 2025 року



РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ

КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Інформаційна система підтримки управління державними інфраструктурними проєктами на основі хмарних технологій

Автор Ігор БЛАГОДИР

Освітня програма Інформаційні системи та технології

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології

Науковий керівник: д.т.н., професор Єлизавета ГНАТЧУК

На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т.ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмним засобом(ами) комісія зробила такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Ознаки академічного плагіату	
1.1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	відповідає
1.2	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
1.3	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
1.4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укривтя текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
2	Інші види порушень академічної доброчесності	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 2) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з джерелами на один фрагмент речення;
- 3) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.
- 4) значна частина знайденого плагіату відноситься до списку використаних джерел




Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ ідентичності/схожості StrikePlagiarism, складає 2%; та системою Anti-Plagiarism складає 0%, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

15.12.2025

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи


Підпис

Підпис

Підпис

Ольга ПАВЛОВА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Ольга ПАВЛОВА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Єлизавета ГНАТЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ