

Черкаський державний технологічний університет
Міністерства освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КУЛКОВ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 004.9:005.8:625.7/8

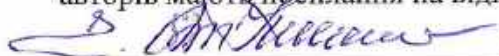
ДИСЕРТАЦІЯ

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ
ПРОЄКТІВ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА**

122 – комп'ютерні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших
авторів мають посилання на відповідне джерело

 О.М. Куліков

Наукові керівники –
Данченко Олена Борисівна
доктор технічних наук,
професор,
Ткаченко Валентин Федорович,
кандидат технічних наук,
доцент

Черкаси – 2026

АНОТАЦІЯ

Куліков О.М. Інформаційна технологія управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки (12 Інформаційні технології). Черкаський державний технологічний університет, Міністерство освіти і науки України, Черкаси, 2026.

У дисертаційному дослідженні вирішена актуальна науково-прикладна задача розробки нових та вдосконалені існуючих моделей, методів та інформаційної технології управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва з метою підвищення ефективності управління означеними портфелями проєктів за рахунок застосування стратегій FEFO, FIFO, LIFO та HIFO для забезпечення ефективного визначення актуальних проєктів та узгодження їх з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо).

Для вирішення поставленого завдання дослідження виявлено, що за загальної здатності транспортної галузі забезпечувати потреби економіки та населення стан дорожнього господарства залишається стримувальним чинником економічного відновлення й сталого розвитку через системне недофінансування, погіршення якості доріг і зростання соціально-економічних втрат. Сукупність цих проблем зумовлює необхідність переходу від фрагментарного управління окремими проєктами до стратегічно орієнтованого портфельного підходу. Проведений аналіз існуючих моделей і методів управління портфелями проєктів показав їх обмежену придатність до специфіки дорожнього будівництва. Встановлено, що наявні інформаційні технології лише частково забезпечують потреби портфельного управління в галузі. Це обґрунтовує доцільність розробки нових моделей, методів і спеціалізованої інформаційної технології управління портфелями проєктів дорожнього будівництва. Реалізація такого підходу

дозволить підвищити ефективність використання ресурсів, узгодженість управлінських рішень та відповідність стратегічним пріоритетам розвитку транспортної інфраструктури.

Розроблено концептуальну модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва, яка побудована за допомогою моделі «Компас», що ґрунтується на включенні проєктів до відповідного портфеля з урахуванням часової та ціннісної актуальності. Це може бути реалізовано за рахунок використання стратегій FEFO, FIFO, LIFO та HIFO для забезпечення ефективного визначення актуальних проєктів та узгодження їх з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо).

Одержано подальший розвиток математичної моделі формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва, яка дозволяє описати, в рамках певного портфеля проєктів, кожен окремий проєкт за допомогою факторів таких, як: пріоритет, вартість, тривалість, ризик, вигоди для замовника проєкту та код проєктного менеджера. Її реалізація запропонована автором за допомогою дерева рішень для вибору стратегії формування портфелю проєктів в галузі дорожнього будівництва, що забезпечить ефективне та своєчасне визначення актуальних проєктів за допомогою застосування стратегій FIFO, LIFO, FEFO та HIFO, які дозволяють узгодити означені проєкти з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо) в певний момент часу.

Удосконалено метод формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва на основі адаптації логістичних стратегій FIFO, LIFO, FEFO та HIFO, який забезпечує стратегічну узгодженість, оптимізує використання ресурсів та зменшує управлінські ризики. Запропонований підхід легко інтегрується з цифровими системами ERP, GIS, BI, забезпечує гнучкість реагування на зовнішні зміни, прозорість оцінювання та створює надійну основу для контролю і звітності. Це дозволяє ефективно впроваджувати метод як на державному, так і регіональному рівнях, сприяючи підвищенню якості управління дорожніми проєктами та їхньої реалізації в умовах післявоєнного відновлення й економічної стабілізації.

Запропоновано метод управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва відзначається системністю, адаптивністю та логічною завершеністю. Його структура дозволяє послідовно проходити всі етапи, від ініціації до оцінки ефективності, з можливістю циклічного повернення у разі виявлення відхилень чи нових викликів. Основними перевагами цього методу є інтеграція цифрових інструментів, пріоритизація проєктів за логістичними стратегіями (FIFO, LIFO, FEFO, HIFO), а також гнучке реагування на ризики. Метод забезпечує не лише ефективну реалізацію технічних завдань, а й підвищує прозорість управління, узгодженість зі стейкхолдерами та досягнення соціально-економічних результатів. Його використання дає змогу приймати обґрунтовані рішення на кожному етапі життєвого циклу портфеля. У цілому, метод формує новий підхід до управління інфраструктурними програмами в умовах невизначеності та ресурсних обмежень.

Для розробки інформаційної системи визначено, на яких платформах працюватиме майбутній продукт, вимоги до інтерфейсу, та виявлено, які інструменти будуть використовуватися під час розробки для досягнення запланованих результатів. Спроектовано архітектуру застосунку та бази даних, яка визначає майбутній успіх програмного продукту, що впливає на всі аспекти розробки, від якості до продуктивності та базу даних.

Автором розроблено інформаційну систему управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва, яка дозволяє створювати користувача, портфелі та проєкти, а також підтримувати зворотний зв'язок з користувачем та серверним API, який коригує та зберігає дані до бази даних.

Практичне значення одержаних результатів підтверджується впровадженням їх в процесі формування та управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

Використання запропонованих автором моделей та методів управління портфелями проєктів дозволяє підвищити ймовірність успішної їхньої реалізації в галузі дорожнього будівництва.

Ключові слова: інформаційна технологія, галузь дорожнього будівництва, портфельно-орієнтоване управління, портфель проєктів, стратегічне управління, логістичні стратегії, управління портфелями проєктів, продукт проєкту, актуальність проєкту, обмеження проєкту, ресурси проєкту, стратегічні цілі, стейкхолдери проєкту, післявоєнне відновлення, проєкт, управління проєктами, інформаційна система.

ABSTRACT

Kulikov O.M. Information technology for managing project portfolios in the field of road construction. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in the specialty 122 Computer Sciences (12 Information Technologies). Cherkasy State Technological University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Cherkasy, 2026.

The dissertation study solves the current scientific and applied problem of developing new and improved existing models, methods and information technology for managing project portfolios in the field of road construction in order to increase the efficiency of managing the specified project portfolios by applying the strategies FEFO, FIFO, LIFO and HIFO to ensure the effective identification of relevant projects and their coordination with available resources (material, financial, human, etc.).

To solve the problem, the study found that, given the overall ability of the transport industry to meet the needs of the economy and the population, the state of the road sector remains a limiting factor for economic recovery and sustainable development due to systemic underfunding, deterioration of road quality and increased socio-economic losses. The combination of these problems necessitates the transition from fragmented management of individual projects to a strategically oriented portfolio approach. The analysis of existing models and methods of managing project portfolios showed their limited suitability for the specifics of road construction. It has been established that the existing information technologies only partially meet the needs of

portfolio management in the industry. This justifies the feasibility of developing new models, methods and specialized information technology for managing portfolios of road construction projects. The implementation of such an approach will allow to increase the efficiency of resource use, the consistency of management decisions and compliance with the strategic priorities of transport infrastructure development.

A conceptual model of project portfolio formation in the field of road construction has been developed, which is built using the "Compass" model, which is based on the inclusion of projects in the corresponding portfolio, taking into account time and value relevance. This can be implemented by using the FEFO, FIFO, LIFO and HIFO strategies to ensure the effective identification of relevant projects and their coordination with available resources (material, financial, human, etc.).

A further development of the mathematical model of project portfolio formation in the field of road construction has been obtained, which allows describing, within a certain project portfolio, each individual project using factors such as: priority, cost, duration, risk, benefits for the project customer and the project manager code. Its implementation is proposed by the author using a decision tree for choosing a strategy for forming a project portfolio in the field of road construction, which will ensure effective and timely identification of relevant projects through the use of FIFO, LIFO, FEFO and HIFO strategies, which allow to coordinate the specified projects with available resources (material, financial, human, etc.) at a certain point in time.

The method of forming a project portfolio in the field of road construction has been improved based on the adaptation of the logistics strategies FIFO, LIFO, FEFO and HIFO, which ensures strategic coherence, optimizes the use of resources and reduces management risks. The proposed approach is easily integrated with digital ERP, GIS, BI systems, provides flexibility in responding to external changes, transparency in evaluation, and creates a reliable basis for control and reporting. This allows the method to be effectively implemented at both the state and regional levels, contributing to improving the quality of road project management and their implementation in the context of post-war recovery and economic stabilization. The proposed method for managing a portfolio of projects in the field of road construction is characterized by its

systematicity, adaptability, and logical completeness. Its structure allows for consistent passage of all stages, from initiation to effectiveness assessment, with the possibility of cyclical return in case of deviations or new challenges. The main advantages of this method are the integration of digital tools, prioritization of projects according to logistics strategies (FIFO, LIFO, FEFO, HIFO), as well as flexible response to risks. The method ensures not only the effective implementation of technical tasks, but also increases the transparency of management, coordination with stakeholders, and the achievement of socio-economic results. Its use allows you to make informed decisions at each stage of the portfolio life cycle. In general, the method forms a new approach to managing infrastructure programs under conditions of uncertainty and resource constraints.

To develop an information system, it was determined on which platforms the future product will work, the interface requirements, and what tools will be used during development to achieve the planned results. The application and database architecture was designed, which determines the future success of the software product, affecting all aspects of development, from quality to productivity and the database.

The author developed an information system for managing project portfolios in the field of road construction, which allows you to create users, portfolios and projects, as well as maintain feedback with the user and the server API, which corrects and saves data to the database.

The practical significance of the results obtained is confirmed by their implementation in the processes of forming and managing project portfolios in the field of road construction.

The use of the models and methods of project portfolio management proposed by the author allows you to increase the likelihood of their successful implementation in the field of road construction.

Keywords: information technology, road constructions waste, portfolio-oriented management, project portfolio, strategic management, logistics strategies, project portfolio management, project product, project relevance, project constraints, project

resources, strategic goals, project stakeholders, post-war reconstruction, project, project management, information system.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Куліков О.М., Заяц О.В., Оксамитна Л.П. Сучасні підходи до управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами*. Харків: НТУ «ХПІ», 2023. № 1(7). С. 42-50. (0,4 д.а.). DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2023.7.6>. URL: <http://pm.khpi.edu.ua/article/view/289196>. ISSN 2311-4738. *Фахове видання категорії Б* (включене до Index Copernicus, WorldCat, Directory of Open Access Scholarly Resources, Open Access Infrastructure for Research in Europe, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, Polska Bibliografia Naukowa, Bielefeld Academic Search Engine, Наукова періодика України).

Автором проведено дослідження сучасних підходів до управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

2. Куліков О.М., Морозова Г.С. Концептуальна модель формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. Вип. 58. С. 42-52. (0,5 д.а.). DOI: <https://www.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.42-52>. ISSN 2219-5300. *Фахове видання категорії Б* (включене до Index Copernicus, Наукова періодика України).

Автором запропоновано концептуальну модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

3. Данченко О.Б., Куліков О.М. Методи управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2025. Вип. 117. Част. 2. С. 486-502. (0,3 д.а.). DOI: <https://www.doi.org/10.33744/0365-8171-2025-117.2-486-502>. ISSN 2707-4099.

Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Наукова періодика України).

Автором запропоновано метод управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва.

4. Куліков О.М., Ткаченко В.Ф. Інформаційна технологія управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2025. Вип. 64. С. 94-108. DOI: <https://www.doi.org/10.32347/2412-9933.2025.64.94-108>. (0,7 д.а.). ISSN 2219-5300.

Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Наукова періодика України).

Автором запропоновано інформаційну технологію управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва.

Опубліковані праці апробаційного характеру

5. Куліков О.М., Оксамитна Л.П. Особливості управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2022)*. Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 2-3 грудня 2022 року). Том 1. Одеса : ІШП, 2022. С. 38-43. (0,3 д.а.). URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4631/1/Одеса%2022-23.pdf>.

Автором проаналізовано особливості управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва.

6.² Куліков О.М., Оксамитна Л.П., Ткаченко В.Ф. Сучасні інформаційні технології для управління портфелями проектів. *Управління проектами у розвитку суспільства*. Тези доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 12 травня 2023 року). Київ: КНУБА, 2023. С. 142-146. (0,3 д.а.). URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4632/1/Тези%20Київ-2023.pdf>.

Автором проаналізовано сучасні інформаційні технології для управління портфелями проектів.

7. Куліков О.М., Оксамитна Л.П. Огляд стратегій складської логістики для формування портфелів проектів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2023)*. Тези доповідей VIII Міжнародної

науково-практичної конференції (м. Одеса, 1-2 грудня 2023 року). Том 1. Одеса : ІШІР, 2023. С. 23-28. (0,3 д.а.). URL: https://drive.google.com/file/d/1HGL3-PVNVjU66GZJenF_zPA_t1YcTRpR/view?usp=drive_link.

Автором проаналізовано стратегії складської логістики з метою їхнього застосування для формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

8. Куліков О.М., Данченко О.Б. Модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОИТ-2024)*: тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції, (Черкаси, 23-24 травня 2024 р.). Черкаси : ЧДТУ, 2024. С. 106-108. (0,2 д.а.). URL: https://knsa.chdtu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/Conference-Proceedings-ITEST-2024_13_06.pdf.

Автором запропоновано модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

9. Куліков О.М., Данченко О.Б. Математична модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2024)*. Тези доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 6-7 грудня 2024 року). Том 1. Одеса : ІШІР, 2024. С. 287-290. (0,2 д.а.). URL: <https://zenodo.org/records/15165174>.

Автором запропоновано математичну модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

10. Куліков О.М., Бедрій Д.І. Метод формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва. *Управління проєктами у розвитку суспільства*. Тези доповідей XXII міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 23 травня 2025 року). Київ: КНУБА, 2025. С. 152-156. (0,4 д.а.). URL: https://www.dropbox.com/scl/fo/2flw9iq9i3dnas97nrv3j/AAzR39NPw-YRSZYOtTs7Vi4?dl=0&e=1&preview=%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8+PM_Kyiv25.pdf&rlkey=iccxxho3qzk4qlz2fakqvuidt&st=ej1ykv94

Автором запропоновано метод формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва.

11. Куліков О.М., Бедрій Д.І. Метод управління портфелем проєктів у сфері дорожнього будівництва. *Інформаційні системи та інноваційні технології управління проєктами і програмами: тези допов. міжнар. наук.-практ. конф. (смт. Коблево, 15-20 вересня 2025 року). Харків-Коблево, 2025. С. 168-171. (0,3 д.а.). URL: <https://mmp-conf.org/documents/archive/proceedings2025.pdf>*

Автором запропоновано метод управління портфелем проєктів у сфері дорожнього будівництва.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	15
ВСТУП.....	16
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ТЕОРЕТИЧНОГО ПІДґРУНТЯ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА	23
1.1. Особливості функціонування підприємств в галузі дорожнього будівництва	23
1.2. Сучасні умови проектного та портфельного управління в галузі дорожнього будівництва.....	30
1.3. Аналіз існуючих підходів, моделей та методів до управління портфелями проєктів.....	38
1.4. Огляд інформаційних технологій управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.....	48
1.5. Постановка задачі наукового дослідження.....	53
1.6. Висновки за першим розділом	54
Список використаних джерел за першим розділом.....	56
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА	64
2.1. Методологія та архітектура наукового дослідження.....	64
2.2. Концептуальна модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.....	71
2.3. Математична модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.....	82
2.4. Висновки за другим розділом	86
Список використаних джерел за другим розділом	87
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА	91

3.1. Метод формування портфелю проєктів в галузі дорожнього будівництва	91
3.2. Метод управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва	111
3.3. Висновки за третім розділом.....	118
Список використаних джерел за третім розділом.....	119
РОЗДІЛ 4. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА	122
4.1. Структура та схема інформаційної технології управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва	122
4.1.1. Підготовчий етап розробки інформаційної технології.....	122
4.1.2. Моделювання продукту проєкту	123
4.1.3. Вимоги та проєктування архітектури інформаційної системи.....	124
4.1.4. Вимоги та проєктування архітектури бази даних.....	127
4.2. Опис процесу практичної реалізації інформаційної системи управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва	129
4.3. Засоби розробки програмного продукту	145
4.4. Тестування.....	157
4.5. Технічні проблеми та майбутні плани розробки.....	165
4.6. Висновки за четвертим розділом	165
Список використаних джерел до розділу 4.....	166
ВИСНОВКИ	169
ДОДАТКИ	173
Додаток А Акти впровадження.....	174
Додаток Б Список опублікованих праць за темою дисертації.....	177
Додаток В Сучасні програмні продукти для управління портфелями проєктів...	181
Додаток Г Фрагменти коду	186
Додаток Г1. Фрагмент коду інтерфейсу створення проєкту.....	186
Додаток Г2. Фрагмент коду компонента створення проєкту.....	189
Додаток Г3. Фрагмент коду сервісу обробки проєкту.....	192

Додаток Г4. Фрагмент коду інтерфейсу створення портфеля проєктів.....	196
Додаток Г5. Фрагмент коду компонента створення портфеля проєктів	199
Додаток Г6. Фрагмент коду сервісу обробки портфеля	207

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- AHP – Analytic Hierarchy Process
- API – Application Programming Interface
- BI – Business Intelligence
- CRM – Customer Relationship Management
- ERP – Enterprise Resource Planning
- FEFO – First Expired, First Out
- FIFO – First In, First Out
- GIS (ГІС) – Геоінформаційна система
- HIFO – Highest In, First Out
- HTML – HyperText Markup Language
- KPI – Key Performance Indicators
- LIFO – Last In, First Out
- MCDM – багатокритеріальні методи прийняття рішень
- MVC – Model-View-Controller
- SMART – Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound
- SPA – Single Page Applications
- SQL – Structured Query Language
- TOPSIS – Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
- VBA – Visual Basic for Applications
- БД – база даних
- ЄІБ – Європейський інвестиційний банк
- ЖЦП – життєвий цикл проекту
- ІТ – інформаційні технології
- ІТС – інтелектуальні транспортні системи
- ОВА – обласна військова адміністрація
- СУБД – система управління базами даних

ВСТУП

Актуальність теми. Галузь дорожнього будівництва є однією з основних складових національної інфраструктури, від ефективності функціонування якої залежить рівень економічного розвитку країни, мобільність населення, логістична спроможність бізнесу та інтеграція України до європейського транспортного простору. В умовах післявоєнного відновлення, обмеженості фінансових ресурсів, зростання обсягів руйнувань та необхідності швидкого відновлення транспортних зв'язків проблема підвищення ефективності управління дорожніми проєктами набуває особливої актуальності.

Сучасна практика управління дорожнім будівництвом характеризується наявністю значної кількості одночасно реалізованих проєктів, які відрізняються за масштабом, строками виконання, джерелами фінансування, рівнем готовності документації, соціально-економічною значущістю та ризиками. Водночас існуючі підходи до управління в галузі переважно зосереджені на рівні окремих проєктів або програм і не забезпечують системної координації всієї сукупності ініціатив. Це призводить до фрагментарності управлінських рішень, неузгодженості стратегічних і оперативних цілей, неефективного використання ресурсів, втрати фінансування та затримок у реалізації проєктів.

Однією з основних проблем галузі є відсутність формалізованих механізмів стратегічного управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва, які б дозволяли обґрунтовано визначати пріоритетність ініціатив з урахуванням часових, ресурсних, просторових і ризикових обмежень. Традиційні методи відбору та ранжування проєктів, засновані на експертних оцінках, не забезпечують достатньої прозорості, повторюваності та адаптивності в умовах динамічних змін зовнішнього середовища, зокрема воєнних загроз, сезонності виконання робіт, змін нормативно-правової бази та нестабільності фінансування.

У цьому контексті особливої актуальності набуває запровадження портфельно-орієнтованого управління у галузі дорожнього будівництва, яке дозволяє розглядати сукупність проєктів як єдину систему, спрямовану на

досягнення стратегічних цілей розвитку транспортної інфраструктури. Портфельний підхід забезпечує можливість комплексного аналізу проєктів, балансування вигід і ризиків, оптимізації розподілу ресурсів та динамічного коригування складу портфеля відповідно до змін зовнішніх і внутрішніх умов.

Разом із тим ефективна реалізація портфельно-орієнтованого управління неможлива без використання сучасних інформаційних технологій, які забезпечують автоматизацію процесів збору, обробки, аналізу та візуалізації даних, а також підтримку прийняття управлінських рішень. Саме в цій площині актуальним є завдання розробки формалізованих моделей, алгоритмів і інформаційних технологій управління портфелями проєктів, адаптованих до специфіки дорожнього будівництва.

Дослідження з питань розвитку транспортної галузі та сфери дорожнього будівництва відображені в працях іноземних та вітчизняних науковців, зокрема Christopher N., Ivanova E., Jakarni F.M., Kulanthayan S., Law T.H., Luyimbazi G., Masarova J., Ng C.P., Vijekar D.S., Бакуліч О.О., Воркут Т.А., Кириченко Г.В., Кононова С.О., Петуніна А.В., Солодовніка О.О., Токар І.І., Третиниченка Ю.О., Харченко А.М., Харути В.С., Чечет А.М., Яновської В.П. та ін.

Стратегічне управління у різних сферах діяльності, зокрема у галузі дорожнього будівництва, розглядаються у іноземних та вітчизняних наукових працях таких авторів, як: Luyimbazi G., Christopher N., Бакуліч О.О., Бедрія Д.І., Воркут Т.А., Данченко О.Б., Кононенко І.В., Петуніна А.В., Теслі Ю.М., Тесленка П.А., Чечет А.М., Чумаченка І.В., Харути В.С. та ін.

Вивченню питань впровадження портфельно-орієнтованого управління присвячені наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених: Бушуєва С.Д., Бушуєвої Н.С., Веренич О.В., Гогунського В.Д., Данченко О.Б., Колеснікової К.В., Кононенко І.В., Молоканової В.М., Тесленка П.О., Теслі Ю.М., Тригуби А.М., Чумаченка І.В. та ін.

Дослідженню інформаційних технологій управління проєктами, програмами та портфелями проєктів у різних галузях економіки присвячені роботи Бушуєва С.Д., Бушуєвої Н.С., Бедрія Д.І., Гогунського В.Д., Данченко О.Б., Колеснікової

К.В., Колеснікова О.Є., Олех Т.М., Прокопенко Т.А., Семко І.Б., Тесленка П.О., Теслі Ю.М., Тригуби А.М. та ін.

Таким чином, актуальність даного дослідження зумовлена об'єктивною потребою розвитку галузі дорожнього будівництва на засадах стратегічного та портфельно-орієнтованого управління, а також необхідністю створення інформаційної технології, що забезпечує алгоритмічну підтримку прийняття рішень, інтеграцію з цифровими системами управління та підвищення ефективності реалізації інфраструктурних проєктів у складних умовах сучасного розвитку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана у відповідності до тематики наукових планів кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу Черкаського державного технологічного університету в рамках науково-дослідних робіт «Розробка інформаційних технологій цифрової трансформації соціо-економічних систем» (№ державної реєстрації 0120U100963, 2020-2023 рр.), та «Теоретичні основи інформаційних технологій управління проєктами та портфелями проєктів бізнесу та підприємств в умовах відбудови та розвитку» (№ державної реєстрації 0123U105138, 2024-2027 р.р.), де автор був виконавцем окремих розділів.

Мета і завдання дослідження.

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва шляхом розробки нових та вдосконалення існуючих моделей, методів та інформаційної технології управління ними.

Досягнення поставленої мети потребує вирішення наступних **задач** дисертаційного дослідження:

- проаналізувати предметну галузь, зокрема: особливості функціонування підприємств галузі дорожнього будівництва, сучасні моделі, методи та інформаційні технології управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва;

- розробити концептуальну модель управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва;
- розвинути математичну модель управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва;
- удосконалити метод формування портфелю проєктів в галузі дорожнього будівництва за рахунок застосування логістичних стратегій, таких, як FIFO, LIFO, FEFO та HIFO;
- розробити метод управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва;
- розробити інформаційну технологію управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва;
- впровадити та застосувати на практиці розроблені інструменти для підвищення ефективності реалізації портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

Об'єктом дослідження є процеси управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

Предметом дослідження є моделі, методи та інформаційна технологія управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

Методи дослідження. Методологічна основа дослідження представлена наступними методами та підходами: системний підхід в процесі визначення особливостей функціонування підприємств в галузі дорожнього будівництва та ідентифікації проєктів у галузі дорожнього будівництва; стратегічне управління, проєктний підхід та портфельно-орієнтоване управління для дослідження сучасних умов проєктного й портфельного управління в галузі дорожнього будівництва, розробки стратегій розвитку означеної галузі, визначення особливостей, типів й характеристик проєктів та розробки підходів до формування портфелів проєктів у означеній галузі та управління ними; експертний аналіз та дерево рішень для ранжування проєктів з метою включення їх до портфелю проєктів; стратегії FEFO, FIFO, LIFO та HIFO для розробки підходу до формування стратегії розвитку та включення проєктів до відповідного

портфелю; математичне моделювання для розробки математичної моделі портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

– розроблено концептуальну модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва «Компас», що ґрунтується на включенні проєктів до відповідного портфеля з урахуванням часової та ціннісної актуальності, та, на відміну від існуючих підходів, дозволяє визначати пріоритетний проєкт для включення до портфеля з урахуванням наявних ресурсів підприємства (матеріальних, фінансових, трудових та інших), а також актуальності проєкту в часі та його цінності для зацікавлених сторін;

– запропоновано метод управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва, який базується на поєднанні стратегічного бачення з оперативною адаптивністю, на інтеграції цифрових інструментів, пріоритизації проєктів за логістичними стратегіями (FIFO, LIFO, FEFO, HIFO), а також гнучкому реагуванні на ризики.

Удосконалено:

– метод формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва на основі адаптації логістичних стратегій FIFO, LIFO, FEFO та HIFO до умов інфраструктурного планування, та, на відміну від існуючих, дозволяє забезпечити стратегічну узгодженість проєктів, раціоналізувати використання обмежених ресурсів, знизити ризики втрати фінансування чи дозвільної документації, а також підвищити прозорість процесів ухвалення рішень.

Одержала подальший розвиток:

– математична модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва, яка дозволяє описати кожен окремий проєкт в рамках певного портфеля проєктів, та, на відміну від існуючих, використовує дерево рішень для вибору стратегії формування портфелю проєктів в галузі дорожнього будівництва, що забезпечить ефективне та своєчасне визначення актуальних проєктів за допомогою застосування стратегій FIFO, LIFO, FEFO та HIFO, які

дозволяють узгодити означені проекти з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо) в певний момент часу.

Практичне значення одержаних результатів.

Практичне значення одержаних результатів наукового дослідження полягає в розробці та впровадженні в практику інформаційної технології управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва, яка базується на запропонованих моделях та методах та включає інформаційну систему управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва. Визначені платформи для програмного продукту, вимоги до інтерфейсу, програмні інструменти. Спроектовано архітектуру застосунку та структуру бази даних, розроблені відповідні програмно-інформаційні засоби.

Практичне значення результатів роботи підтверджується впровадженням їх в практику управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва в Комунальній корпорації «Київавтодор», м. Київ (акт впровадження результатів від 19.12.2025 р.) та на підприємстві «Київавтошляхміст», м. Київ (акт впровадження результатів від 09.01.2026 р.) (Додаток А).

Результати роботи можуть бути використані в діяльності підприємств, установ, організації будь-якої форми власності та сфери бізнесу в процесі формування та управління портфелями проектів.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, що виносяться на захист, одержані здобувачем самостійно. У публікаціях, виконаних у співавторстві, особисто здобувачу належать: [2] – запропоновано концептуальну модель формування портфелів проектів в галузі дорожнього будівництва; [3] – запропоновано метод управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва; [4] – запропоновано інформаційну технологію управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва; [5] – проаналізовано особливості управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва; [6] – проаналізовано сучасні інформаційні технології для управління портфелями проектів; [7] – проаналізовано стратегії складської логістики з метою їхнього застосування для формування портфелів проектів в галузі дорожнього

будівництва; [8] – запропоновано модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва; [9] – запропоновано математичну модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва; [10] – запропоновано метод формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва; [11] – запропоновано метод управління портфелем проєктів у сфері дорожнього будівництва.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на таких міжнародних науково-практичних конференціях: VII-IX Міжнародна науково-практична конференція Project, Program, Portfolio Management (м. Одеса, 2022-2024 рр.); XX, XXII Міжнародна науково-практична конференція «Управління проектами у розвитку суспільства» (м. Київ, 2023 та 2025 рр.); VII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2024)» (м. Черкаси, 2024 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проектами та економіці в умовах воєнного стану» (м. Харків – Коблево, 2025 р.).

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 11 наукових праць: 4 наукові статті у фахових виданнях України; 7 тез доповідей на наукових конференціях (Додаток Б).

Структура дисертації. Дисертація включає вступ, 4 розділи, висновки та 4 додатки. Обсяг дисертації – 209 сторінок, з них основного тексту – 123 сторінок. Дисертація містить 35 рисунків, 4 таблиці в основному тексті та посилання на 107 використаних джерел.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ТЕОРЕТИЧНОГО ПІДГРУНТЯ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

1.1. Особливості функціонування підприємств в галузі дорожнього будівництва

У сучасних умовах у різних сферах людської діяльності активно впроваджується методологія управління проєктами, зокрема й у галузі дорожнього будівництва. Багато підприємств цієї сфери реалізують значну кількість різнопланових проєктів, спрямованих на досягнення як стратегічних, так і оперативних цілей організацій. З огляду на це можна припустити, що такі проєкти, з позицій стратегічного управління, доцільно об'єднувати у портфелі. Це, своєю чергою, сприяє підвищенню ефективності управління проєктною діяльністю та загальної результативності функціонування компаній [1].

Однією з важливих складових національної економіки, яка визначає рівень соціально-економічного розвитку та економічної безпеки держави, є транспортна галузь. Її розвиток і стабільне функціонування виступають необхідною передумовою ефективної взаємодії між різними секторами економіки, підвищення добробуту населення, забезпечення обороноздатності країни та захисту її економічних інтересів [2, 3].

Наразі транспортна система загалом задовольняє потреби української економіки та населення у перевезеннях, однак рівень розвитку дорожнього господарства залишається недостатнім. Це стає одним із суттєвих стримувальних факторів відновлення економічної активності та переходу економіки України до сталого розвитку. Така ситуація зумовлена тим, що дорожня інфраструктура виконує важливу розподільчу функцію, забезпечуючи своєчасне переміщення товарних потоків, впливаючи на формування вартості товарів і послуг, підтримуючи належний рівень транспортного обслуговування та мобільність трудових ресурсів [4, 5].

Основні напрями розвитку дорожнього господарства України визначені у Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року [2], у якій

окреслено основні проблеми функціонування галузі, що потребують першочергового вирішення (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Напрями розвитку дорожнього господарства України
[сформовано автором на основі [2]]

Крім того, важливим елементом реформування дорожньої галузі є формування дієвого механізму фінансового забезпечення, здатного задовольняти потреби як на державному, так і на місцевому рівнях [6, 7]. Зокрема, фінансові ресурси мають покривати витрати, пов'язані з будівництвом, реконструкцією, ремонтом і утриманням автомобільних доріг. З цією метою функціонує державний дорожній фонд, доходна частина якого формується за рахунок надходжень до спеціального фонду Державного бюджету України. Структуру формування таких надходжень представлено на рис. 1.2.

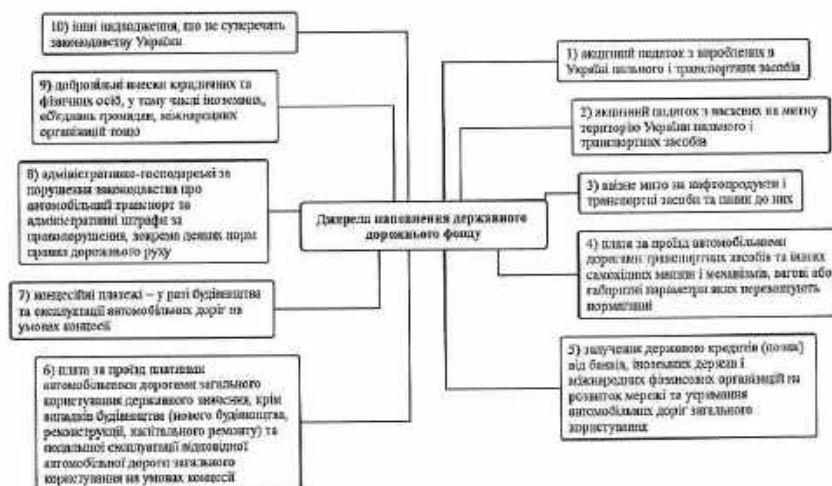


Рис. 1.2. Джерела наповнення державного дорожнього фонду
[сформовано автором на основі [2]]

Метою реалізації програм розвитку дорожнього господарства України є підвищення соціально-економічного рівня життя населення, особливо у сільській місцевості, забезпечення ефективних автомобільних перевезень пасажирів і вантажів, поліпшення екологічної ситуації, створення належних умов безпеки дорожнього руху та розвитку сучасної дорожньої інфраструктури сервісу. Важливим завданням також є зменшення економічних втрат, спричинених незадовільним станом дорожньої мережі.

Однією з важливих проблем розвитку дорожньо-будівельної галузі залишається недостатній рівень її фінансового забезпечення. Це призводить до поступового погіршення технічного стану автомобільних доріг та скорочення обсягів виконання дорожніх робіт. У результаті знижується швидкість перевезення вантажів і пасажирів, підвищується рівень аварійності, зростають витрати на автомобільні перевезення, а також збільшуються економічні втрати як для держави, так і для суспільства.

З огляду на зазначене, у процесі управління галуззю дорожнього будівництва, зокрема при утриманні та розвитку мережі автомобільних доріг, можна виокремити низку основних завдань [6, 7].

По-перше, необхідним є посилення ролі органів виконавчої влади та місцевого самоврядування у сфері управління автомобільними дорогами державного і місцевого значення, що потребує формування ефективного механізму публічного управління дорожнім господарством.

По-друге, важливим напрямом є гармонізація законодавчої бази, яка регулює функціонування автотранспортної системи та дорожнього будівництва, із нормами та стандартами Європейського Союзу.

По-третє, доцільним є розвиток механізмів державно-приватного партнерства у сфері будівництва, відновлення та експлуатації автомобільних доріг, зокрема через передачу інвесторам окремих ділянок доріг на умовах концесії.

По-четверте, актуальним є впровадження незалежного експертного та громадського контролю якості виконання будівельних і ремонтних робіт, а також удосконалення координації взаємодії між учасниками дорожнього господарства для зменшення надмірної централізації контролю.

Крім того, для підвищення ефективності управління галуззю дорожнього будівництва важливим є здійснення системного моніторингу технічного стану автомобільних доріг. Це дозволяє своєчасно визначати пріоритетні потреби у проведенні ремонтних робіт та оптимізувати витрати на будівництво, утримання й експлуатацію дорожньої інфраструктури.

Транспорт є однією з базових галузей суспільного виробництва, що забезпечує задоволення потреб населення та економіки у перевезеннях [8]. Саме тому його розвиток і модернізація здійснюються відповідно до державних цільових програм з урахуванням стратегічних пріоритетів та досягнень науково-технічного прогресу за підтримки держави. До складу єдиної транспортної системи України входять транспорт загального користування (залізничний, морський, річковий, автомобільний та авіаційний, а також міський електротранспорт, включаючи метрополітен), промисловий залізничний транспорт, відомчий транспорт, трубопровідний транспорт і шляхи сполучення загального користування.

У дослідженні [9] проаналізовано сучасний стан дорожнього господарства України та трансформаційні процеси, що відбуваються у галузі в умовах посткризового відновлення національної економіки. За результатами аналізу визначено основні фактори, які вплинули на формування сучасних тенденцій розвитку дорожньої інфраструктури, а також окреслено соціально-економічні наслідки її поточного стану, що стримують перехід країни до сталого розвитку. При цьому підкреслено необхідність залучення ресурсів і компетенцій приватного сектору для забезпечення подальшого розвитку дорожньої галузі у посткризовий період.

Авторами у роботі [10] зазначено, що розвиток підприємств автомобільного транспорту перебуває у сфері інтересів широкого кола стейкхолдерів, що

зумовлює актуальність дослідження теоретичних, методологічних і прикладних аспектів формування стратегій їх розвитку. У дослідженні проаналізовано загальні макроекономічні тенденції на ринку вантажних перевезень та систематизовано основні теоретичні підходи до формування галузевих стратегій розвитку.

У дослідженні [11] розкрито зміст понять «розвиток автотранспортної системи» та «стратегічний розвиток автотранспортної системи». Обґрунтовано, що регулювання розвитку автотранспортної системи передбачає комплексний або вибірковий вплив на окремі напрями змін, зокрема виробничі, економічні, еколого-технологічні, бізнесові та соціальні. Також визначено особливості формування стратегій розвитку автотранспортної системи на різних інституційних рівнях – від рівня підприємств і населених пунктів до регіонального, національного та глобального. У результаті дослідження окреслено стратегічні пріоритети розвитку автотранспортної системи України в сучасних умовах.

Автором у роботі [4] проведено комплексний аналіз функціонування дорожнього господарства України в умовах реформування транспортно-дорожнього комплексу та його інтеграції до європейської інфраструктурної системи. У дослідженні підкреслено складність системи управління вітчизняним дорожнім господарством, що зумовлено поточним етапом реформування галузі. Окрему увагу приділено питанням фінансового забезпечення дорожнього господарства, визначено основних виконавців дорожніх робіт у межах оновленої структури Укравтодору, а також суб'єктів, відповідальних за контроль їх виконання. Крім того, запропоновано схему структурних змін та напрямів розвитку дорожньої галузі з подальшим узгодженням її положень із Національною транспортною стратегією України на період до 2030 року.

У дослідженні [5] визначено ключового суб'єкта функціонування дорожньої галузі та основні напрями його діяльності. Охарактеризовано структуру дорожнього господарства, а також наведено порівняльний аналіз функціонування галузі до та після проведення реформ 2018 року. Розкрито основні проблеми

розвитку дорожньої інфраструктури, що потребують подальших системних змін, а також визначено особливості функціонування Державного дорожнього фонду. У роботі представлено механізм фінансового забезпечення дорожньої галузі України, який почав діяти з 1 січня 2018 року. Наголошено, що трансформаційні процеси у дорожньому господарстві України здійснюються з урахуванням європейських норм і принципів за підтримки Європейського банку реконструкції та розвитку. Крім того, проаналізовано ключові стратегічні напрями розвитку галузі, зокрема боротьбу з корупцією, цифровізацію управління та підвищення якості дорожніх робіт. Окремо розглянуто передумови створення Всеукраїнського дорожнього консорціуму та особливості його формування.

Авторами у роботі [12] висвітлено питання впливу розвитку дорожньої інфраструктури на економічне зростання та конкурентоспроможність словацької економіки. У дослідженні мова йде про якість мережі доріг у Словацькій Республіці, зокрема автострад та швидкісних доріг, а також розглядається питання витрат та джерел фінансування, пов'язаних з дорожньою інфраструктурою в Словацькій Республіці. Крім того, проаналізовано дорожню інфраструктуру щодо конкурентоспроможності та припливу прямих іноземних інвестицій до Словацької Республіки, зокрема співвідношення валового внутрішнього продукту та прямих іноземних інвестицій.

У роботі [13] виявлено, у розвинутих економіках застосовується цілісний підхід до стратегічного планування та управління для сталого будівництва й обслуговування мережі доріг з твердим покриттям. Але значна кількість країн, що розвиваються, де цей підхід не застосовується, стикаються з проблемами сталого розвитку транспортної інфраструктури та управління. У цьому дослідженні авторами запропоновано створення моделі системної динаміки для підтримки цілісного стратегічного планування сталого управління будівництвом і обслуговуванням інфраструктури доріг з твердим покриттям на прикладі Уганди.

Авторами у роботі [14] встановлено, що розвиток дорожньої інфраструктури є важливим інструментом стимулювання економічного зростання, особливо в економічно відсталих регіонах. Це пояснюється тим, що транспортна

інфраструктура забезпечує мобільність населення, ефективне переміщення товарів та доступ до економічних і соціальних послуг. Разом з тим підкреслюється, що забезпечення сталого економічного розвитку неможливе лише за рахунок розширення дорожньої мережі, оскільки цей процес має супроводжуватися комплексними соціально-економічними змінами. У дослідженні проведено лінійний регресійний аналіз із фіксованими ефектами на основі панельних даних для 60 країн за період 1980-2010 рр. Результати показали, що на економічне зростання позитивно впливають збільшення довжини доріг на тисячу населення, зростання експорту на душу населення, витрати на освіту та обсяг фізичного капіталу на одного працівника. Отримані результати свідчать про необхідність реалізації політики розвитку дорожньої інфраструктури у взаємозв'язку з іншими соціально-економічними та урбаністичними політиками.

Проблематика стратегічного управління та формування портфелів проєктів у різних сферах діяльності була предметом дослідження багатьох науковців.

Зокрема, у працях [15, 16] досліджено особливості стратегічного управління розвитком проєктно-орієнтованих підприємств, у межах яких запропоновано трирівневий підхід до планування проєктної діяльності. Результати цих досліджень можуть бути використані під час ідентифікації проєктів і формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва.

У дослідженні [17] проаналізовано процес стратегічного планування, що охоплює три основні етапи: аналіз поточного стану, визначення перспектив розвитку та розроблення плану реалізації стратегічних рішень. Встановлено, що однією з актуальних проблем підприємств транспортної галузі є невиконання розроблених стратегічних планів, що зумовлено недостатньою деталізацією запланованих заходів, а також відсутністю ефективних механізмів їх реалізації та контролю. Таким чином, формування стратегічних планів розвитку підприємств транспортного комплексу доцільно здійснювати через систему портфелів, програм і проєктів, що сприятиме підвищенню ефективності управління їх діяльністю. Отримані результати є корисними для визначення специфіки управління портфелями проєктів у сфері дорожнього будівництва.

У роботі [18] проаналізовано сучасні міжнародні стандарти та узагальнено результати наукових досліджень у сфері управління проєктами, програмами та портфелями проєктів з метою їх подальшого вдосконалення, адаптації та практичного застосування. Зокрема, досліджено можливості використання таких підходів у програмах і портфелях проєктів реорганізації та стратегічного управління медичними установами України. Результати цього дослідження можуть бути корисними для визначення галузевих особливостей управління портфелями проєктів у сфері дорожнього будівництва.

У дослідженні [19] запропоновано системну модель управління портфелями проєктів, що дозволяє ідентифікувати комплекс проблемно-орієнтованих завдань управління портфелями. Це, своєю чергою, створює передумови для підвищення ефективності процесів постановки та розв'язання управлінських задач. Запропоновані підходи можуть слугувати основою для подальшого виявлення специфічних особливостей управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва.

Отже, узагальнюючи результати проведеного аналізу, можна зробити висновок про доцільність реалізації проєктів у сфері дорожнього будівництва на основі застосування стратегічного та портфельного підходів до управління [1, 20], що відповідає сучасним умовам розвитку галузі та дозволяє підвищити ефективність управління інфраструктурними проєктами. Тому автором виявлено, що дослідження є актуальним та існує потреба у розробці інструментів стратегічного та портфельного управління в галузі дорожнього будівництва та їхнього впровадження в діяльність транспортних компаній.

1.2. Сучасні умови проєктного та портфельного управління в галузі дорожнього будівництва

Проєктний підхід нині широко застосовується у різних сферах діяльності людини [21, 22], зокрема у транспортній галузі, де він зарекомендував себе як ефективний інструмент управління діяльністю підприємств. З огляду на значну

кількість напрямів функціонування транспортних організацій доцільним є об'єднання окремих проєктів у програми та портфелі. Такий підхід відповідає як стратегічним, так і оперативним цілям компаній транспортної сфери, зокрема у галузі дорожнього будівництва [2]. У результаті підвищується узгодженість управлінських рішень, ефективність реалізації проєктів та загальна результативність діяльності підприємств.

Авторами у дослідженні [23] здійснено огляд сучасних стандартів і методичних рекомендацій у сфері управління портфелями проєктів, а також програмних засобів їх підтримки. За результатами аналізу встановлено, що ефективність портфельного управління значною мірою залежить від обраного управлінського підходу та рівня використання інструментів управління портфелем. Автори пропонують обирати підхід до управління портфелем проєктів шляхом розв'язання двокритеріального завдання, що враховує рівень ризиків, притаманних певному підходу, а також витрати на його застосування. Як приклад комп'ютеризованої системи управління портфелем проєктів запропоновано використовувати Jira Portfolio Commercial, впровадження якої дозволило скоротити управлінські витрати на 1,8 % та знизити рівень ризиків на 49,4 %. Отримані результати можуть бути використані для аналізу існуючих підходів до управління портфелями проєктів у сфері дорожнього будівництва та вибору найбільш доцільного з них.

У роботі [24] досліджено підходи до формування стратегій управління портфелем брендів, зокрема маркетинговий підхід, конкурентну стратегію підприємства та динамічну стратегію інвестиційного управління портфелем активів. Авторами запропоновано синтетичну модель динамічного управління портфелем активів, що передбачає використання математичної моделі стратегічного управління портфелем брендів. Отримані результати можуть бути використані під час формування концептуальних підходів до управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва.

Авторами у дослідженні [25] запропоновано метод формування портфелів гібридних проєктів автотранспортних підприємств, який включає чотири етапи та

дванадцять взаємопов'язаних управлінських процесів. Такий підхід дозволяє врахувати специфіку предметної галузі, особливості проектної діяльності та характеристики проектного середовища. Метод ґрунтується на аналізі особливостей окремих гібридних проектів та наявних ресурсів, зокрема транспортних засобів і виконавців. Його реалізація здійснюється із застосуванням імітаційного моделювання, що дає змогу оцінювати цінність проектів та прогнозувати рівень задоволеності стейкхолдерів за різними сценаріями розвитку. Результати дослідження можуть слугувати основою для розроблення методів управління портфелями проектів у сфері дорожнього будівництва.

У роботі [26] проаналізовано сучасні міжнародні стандарти та наукові дослідження у сфері управління проектами, програмами і портфелями проектів з метою їх подальшого удосконалення, адаптації та застосування в програмах і портфелях проектів реорганізації та стратегічного управління медичними закладами України. Отримані результати можуть бути використані під час визначення специфіки застосування портфельного підходу в галузі дорожнього будівництва.

Авторами у роботах [1, 21] розглянуто особливості управління портфелями проектів у сфері дорожнього будівництва, зокрема в контексті стратегічного управління розвитком галузі. Проведений аналіз наукових праць дозволяє зробити висновок про актуальність розроблення інструментів стратегічного та портфельного управління у сфері дорожнього господарства.

У працях [18, 26] визначено основні особливості портфельного управління, серед яких:

- безперервний характер управлінського процесу;
- стратегічна спрямованість діяльності;
- орієнтація на рівень топ-менеджменту;
- концентрація на групуванні компонентів і прийнятті управлінських рішень.

Згідно з [20, 22], портфель (Portfolio) розглядається як сукупність проектів, програм, підпорядкованих портфелів та операційної діяльності, які управляються

як єдина система для досягнення стратегічних цілей організації. При цьому проекти та програми, що входять до складу портфеля, не обов'язково мають бути безпосередньо взаємопов'язаними.

Основними завданнями управління портфелем проєктів є:

- прийняття рішень щодо інвестування;
- формування оптимальної структури програм і проєктів для досягнення стратегічних цілей організації;
- забезпечення прозорості управлінських рішень;
- визначення пріоритетів розподілу ресурсів;
- підвищення ймовірності отримання очікуваної віддачі від інвестицій;
- централізація управління ризиками усіх компонентів портфеля.

Таким чином, управління портфелем проєктів забезпечує узгодження реалізації проєктів зі стратегічними цілями компанії.

Максимізація цінності портфеля проєктів потребує детального аналізу всіх його компонентів. Пріоритети визначаються таким чином, щоб проєкти, які мають найбільший внесок у досягнення стратегічних цілей організації, отримували необхідні фінансові, матеріальні та людські ресурси [27, 28].

Отже, головною ідеєю ціннісного підходу є формування портфеля проєктів із максимальною доданою цінністю. Такий підхід передбачає регулярний перегляд проєктів і програм, що входять до складу портфеля, з метою визначення їх пріоритетності відповідно до стратегічних цінностей компанії. Важливим завданням портфельного планування є забезпечення управління проєктами разом із підтримкою розвитку стратегічно значущих напрямів діяльності організації.

Управління портфелем проєктів являє собою безперервний процес формування та оцінювання сукупності стратегічних ініціатив, спрямованих на досягнення стійких результатів і підвищення цінності компанії. Стратегічні цілі організації та портфель її ініціатив перебувають у тісному взаємозв'язку і взаємно впливають один на одного. Визначення стратегічних намірів слугує основою для формування портфеля ініціатив, а результати їх реалізації сприяють досягненню стратегічних цілей і дозволяють оцінити ефективність стратегії у створенні

цінності для організації. Портфель охоплює широкий спектр питань розвитку компанії та може змінюватися відповідно до трансформації її стратегічних пріоритетів. Такий взаємозв'язок між стратегією та портфелем проєктів може бути представлений у вигляді циклу, що наведений на рис. 1.3 [20, 28].



Рис. 1.3. Цикл взаємозв'язку стратегії компанії та портфеля проєктів [20]

Стратегічне планування на сучасному етапі довело свою ефективність як інструмент розвитку компаній та підвищення результативності їх діяльності. Керівництво організацій визнає важливість визначення стратегічних напрямів розвитку та реалізації окремих ініціатив через застосування програмного, проєктного та портфельного управління. Водночас структурні зміни в організації часто залежать від чинників, які складно кількісно оцінити та ще складніше реалізувати на практиці. Тому процес трансформації сформованої стратегії у портфель проєктів належить до слабо структурованих управлінських задач і не має універсальної моделі реалізації.

На початковому етапі формування портфеля проєктів необхідно чітко визначити місію та стратегічні орієнтири компанії, після чого трансформувати їх у систему критеріїв відбору та формування портфеля. До таких критеріїв, зокрема, можуть належати:

- бажана структура програм і проєктів у складі портфеля;

- допустимий рівень ризику;
- нормативні обмеження щодо формування портфеля;
- визначення ключових показників ефективності (КПІ), що дозволяють здійснювати моніторинг та контроль реалізації портфельних ініціатив.

Портфель проектів можна трактувати як сукупність взаємопов'язаних компонентів, об'єднаних з метою ефективного досягнення стратегічних цілей організації [18, 20]. Управління портфелем спрямоване на забезпечення реалізації стратегічних пріоритетів шляхом формування, оптимізації, моніторингу та контролю портфельних компонентів, а також управління змінами в умовах обмеженості часових, фінансових, матеріальних і людських ресурсів. Таким чином, портфельне управління виконує інтегруючу функцію, поєднуючи стратегічний рівень управління організацією з управлінням окремими програмами та проектами.

Відповідно до [20, 29], управління портфелем проектів здійснює менеджер портфеля, функції якого можуть реалізовуватися як колегіально, так і одноосібно. До сфери його компетенцій належать забезпечення реалізації стратегічних вигод, застосування методів і інструментів управління програмами та проектами, удосконалення бізнес-процесів і розвиток управлінських компетентностей. Разом із тим зазначені дослідження визначають основні елементи портфельного управління, однак не пропонують комплексної методики його впровадження в організаціях, де така система управління відсутня. У більшості випадків передбачається, що компанія вже має сформульовану місію, бачення розвитку та документований стратегічний план із визначеними стратегічними цілями.

Для успішного впровадження портфельного підходу компанія повинна відповідати ряду передумов [18, 20], серед яких:

- розуміння та прийняття концепції управління портфелями;
- наявність попередньо визначених програм і проектів;
- підготовлений персонал із відповідними компетенціями;
- формалізовані процеси управління проектами;
- чітко визначені ролі та повноваження учасників;

– розроблений комунікаційний план для ефективної передачі управлінської інформації.

У дослідженнях [20, 29] управління портфелем розглядається як управлінський процес, у якому обов'язковою є участь вищого керівництва організації. При цьому життєвий цикл портфельного управління базується на регулярному аналізі результатів реалізації портфеля та періодичному перегляді стратегічних пріоритетів.

Система управління портфелем проєктів включає декілька взаємопов'язаних груп процесів [20].

Перша група – процеси забезпечення управління портфелем, які передбачають збір інформації про умови, обмеження та вимоги до портфеля, а також формалізацію процедур управління і параметрів оцінювання його компонентів.

Друга група – процеси формування портфеля, що охоплюють ідентифікацію потенційних компонентів портфеля, їх оцінювання, визначення пріоритетності, оптимізацію та балансування структури портфеля, а також його остаточну авторизацію.

Третя група процесів стосується моніторингу і контролю реалізації портфеля, включаючи контроль виконання проєктів та управління змінами.

Зазначені процеси реалізуються послідовно та мають циклічний характер, що забезпечує постійне оновлення портфеля відповідно до змін стратегічних цілей і зовнішнього середовища.

Узагальнену схему реалізації процесів управління портфелем проєктів у компаніях галузі дорожнього будівництва наведено на рис. 1.4.

Таким чином, реалізацію стратегії розвитку галузі дорожнього будівництва як складової транспортної стратегії України [2] доцільно представити у вигляді схеми, наведеної на рис. 1.5.

З метою підвищення ефективності управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва доцільним є удосконалення реалізації процесів стратегічного управління та портфельного менеджменту, а також впровадження

тих управлінських процедур, які наразі використовуються недостатньо або взагалі відсутні.



Рис. 1.4. Процеси управління портфелем проектів в компанії у сфері дорожнього будівництва [розроблено автором на основі [20]]

Одним із напрямів такого вдосконалення може стати розроблення та впровадження інформаційної технології управління портфелями проектів у сфері дорожнього будівництва, що забезпечить інтеграцію стратегічного планування з процесами формування, реалізації та контролю портфеля проектів.



Рис. 1.5. Структура стратегії розвитку сфери дорожнього будівництва [розроблено автором з урахуванням [20]]

Необхідність застосування портфельного підходу зумовлена потребою підвищення якості транспортних послуг, модернізації основних фондів дорожньої інфраструктури, а також подолання проблем формального та недостатньо ефективного стратегічного планування у транспортній галузі. Крім того, важливим є підвищення конкурентоспроможності та результативності управління галуззю відповідно до вимог і стандартів Європейського Союзу. У зв'язку з цим у дослідженні проаналізовано сучасні підходи до управління портфелями проєктів у сфері дорожнього будівництва та визначено можливі напрями їх удосконалення. Для забезпечення ефективного розвитку галузі пропонується використання інструментів стратегічного та портфельного управління при реалізації інфраструктурних проєктів.

1.3. Аналіз існуючих підходів, моделей та методів до управління портфелями проєктів

З метою забезпечення відповідності європейським стандартам значна частина вітчизняних компаній потребує впровадження техніко-технологічних, фінансово-економічних та організаційно-управлінських інновацій [30]. Реалізація таких інновацій зазвичай здійснюється у формі окремих проєктів або їх сукупності. Водночас за умов обмеженості ресурсів виникає необхідність визначення доцільності об'єднання проєктів у групи, програми або портфелі. Навіть за наявності сучасних методологій управління проєктами керівництво багатьох компаній недостатньо уваги приділяє управлінню мультиплікативними проєктами та отриманню синергетичного ефекту від їх комплексної реалізації. У зв'язку з цим доцільним є застосування портфельного підходу, який передбачає збалансований відбір і координацію проєктів з урахуванням стратегічних пріоритетів організації.

Стратегічні цілі організації, а також ринкові й фінансові умови значною мірою визначають доцільність впровадження управління портфелями. Рішення

щодо використання портфельного підходу залежить від організаційного контексту та низки факторів, серед яких [31]:

- вплив впровадження портфельного управління на структуру, функції та організаційну культуру компанії;

- потенційні загрози і можливості, пов'язані з його застосуванням.

Стратегія організації повинна слугувати основою для виявлення, документування та оцінювання можливостей, ризиків, сильних і слабких сторін, що визначають подальші управлінські рішення. Обрані можливості та ризики можуть бути деталізовані у бізнес-кейсах, що стає підставою для ініціювання одного або кількох компонентів портфеля. Очікується, що результати реалізації компонентів портфеля забезпечать створення цінності як для організації-спонсора, так і для її зовнішніх стейкхолдерів (рис. 1.6) [31].

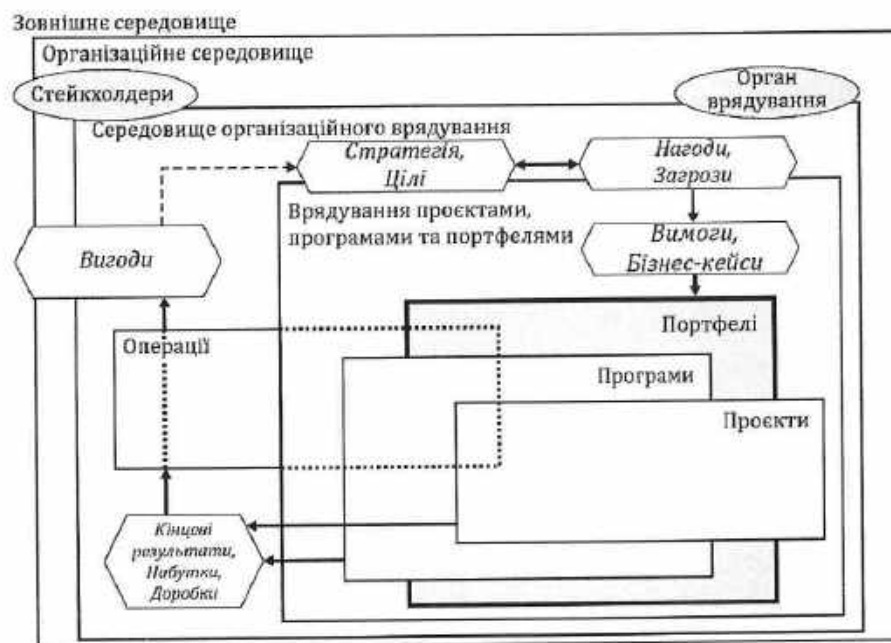


Рис. 1.6. Приклад управління портфелями з точки зору врядування та управління проектами та програмами [31]

Управління портфелем проектів забезпечує системний і послідовний підхід до управління його компонентами з метою досягнення стратегічних результатів. Зокрема, воно спрямоване на:

- узгодження інвестицій у компоненти портфеля зі стратегічними пріоритетами організації;
- оптимізацію використання ресурсного потенціалу;
- максимізацію вигід від інвестицій;
- врахування очікувань стейкхолдерів та ефективне управління ними;
- забезпечення прозорості інформації щодо стану та результатів реалізації компонентів портфеля.

Система управління портфелем передбачає використання комплексу взаємопов'язаних організаційних процесів і методів, за допомогою яких здійснюється розподіл ресурсів для досягнення стратегічних цілей організації.

Портфельне управління сприяє узгодженню компонентів портфеля зі стратегічними пріоритетами, інтересами стейкхолдерів та ключовими цінностями організації, зокрема принципами сталого розвитку та етичними стандартами діяльності.

Водночас управління портфелем можна розглядати як безперервний процес прийняття управлінських рішень, у межах якого склад портфеля регулярно переглядається для забезпечення його відповідності стратегічним орієнтирам організації. У цьому процесі здійснюється оцінювання нових можливостей і потенційних загроз, визначаються їх пріоритети та приймаються рішення щодо подальших дій. У результаті компоненти портфеля можуть бути модифіковані, прискорені, відкладені або припинені залежно від змін стратегічних умов і ресурсних обмежень (рис. 1.7) [31].

Портфель проектів доцільно формувати за ієрархічним принципом, коли компоненти вищого рівня включають декілька підкомпонентів нижчого рівня, таких як ресурси, технічні рішення чи комунікаційні процеси. Така структура дозволяє відобразити взаємозв'язки між компонентами портфеля та забезпечити їх узгодженість із стратегічними цілями організації. При цьому структура портфеля представляє собою систематизований зріз його компонентів і може включати щонайменше два взаємопов'язані елементи (рис. 1.8) [31].

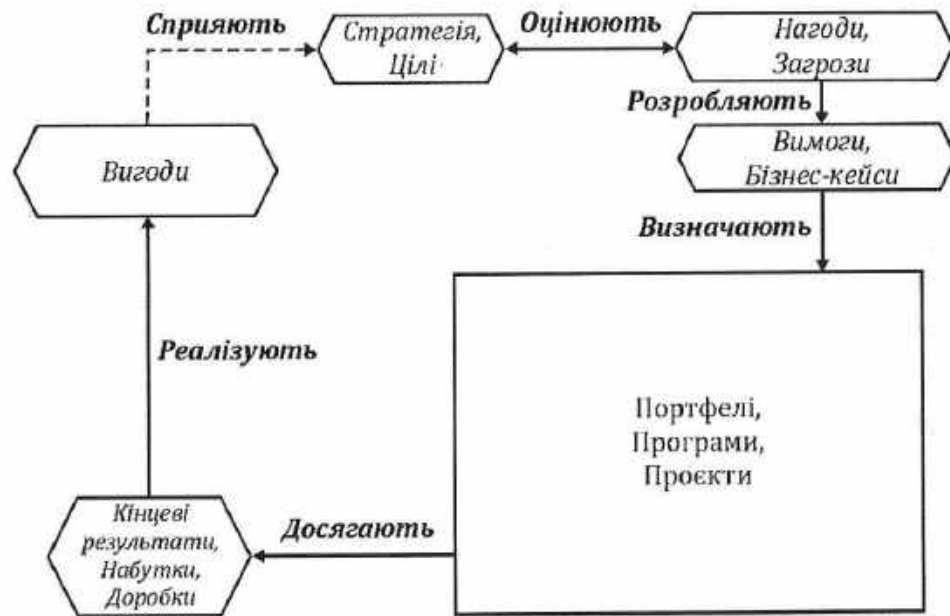


Рис. 1.7. Приклад реалізації стратегії [31]

Здатність портфеля характеризує можливості організації ефективно використовувати наявні ресурси для досягнення визначених стратегічних цілей.

У процесі прийняття управлінських рішень необхідно оцінювати, чи має організація достатній ресурсний, організаційний та управлінський потенціал для виконання запланованих робіт у межах портфеля. При цьому організація повинна забезпечувати формування та підтримання необхідних спроможностей, які дозволяють не лише ефективно функціонувати в поточних умовах, але й реалізовувати зміни, спрямовані на досягнення довгострокових стратегічних орієнтирів.



Рис. 1.8. Приклад взаємозв'язків між проектами, програмами та портфелями [31]

Здатність досягти визначених стратегічних цілей портфеля або ж необхідність перегляду самих цілей і їх пріоритетності можуть бути обмежені сукупністю портфельних обмежень.

Джерела таких обмежень поділяються на внутрішні та зовнішні: внутрішні чинники перебувають у зоні прямого контролю організації, тоді як зовнішні – лише частково керовані, і вимагають від організації впливу, дотримання встановлених вимог або своєчасного реагування.

До типових обмежень належать параметри врядування, ресурсні ліміти, вимоги соціальної відповідальності, організаційна культура, рівень толерантності до ризику, критерії сталості, а також юридичні й регуляторні норми.

Нагоди та загрози можуть формуватися під впливом стратегічних орієнтирів, запитів клієнтів, розвитку продуктово-сервісних пропозицій або внутрішніх ініціатив з удосконалення діяльності. У низці випадків ідентифікація нагод і загроз є складовою портфельного управління, а реакція на них здатна спричинити появу одного чи кількох нових компонентів портфеля або ж трансформацію наявних компонентів.

Організація має чітко окреслити межі між формуванням стратегії та управлінням портфелем, щоб було зрозуміло, яким чином ці рівні взаємодіють і взаємовпливають. Саме стратегічні цілі визначають, які нагоди й загрози підлягають розгляду та які з них мають отримати пріоритет, водночас суттєві нагоди чи загрози можуть стати підставою для уточнення або перегляду стратегії.

У роботі [30] авторами наведено результати теоретичного дослідження, присвяченого портфельному управлінню інноваційною діяльністю. На підставі узагальнення наукових підходів до формування портфеля проєктів визначено зміст і логіку побудови інвестиційного портфеля, а також обґрунтовано принципи відбору проєктів і послідовність етапів їх експертизи. Автори доводять, що формування портфеля доцільно здійснювати як багатокритеріальний вибір із використанням єдиних механізмів управління, що забезпечує узгодженість рішень. Отримані результати фактично формують прикладну технологію систематизації механізму відбору складових інноваційного портфеля. Це

дослідження може бути корисним для ідентифікації проєктів у галузі дорожнього будівництва, які доцільно об'єднувати у відповідний портфель.

Авторами у роботі [32] наголошено, що управління портфелями проєктів належить до слабо структурованих задач, що ускладнює розроблення дієвих методів їх розв'язання. До основних завдань віднесено: визначення ефективності проєктів і структури портфеля, тобто встановлення типів та характеристик ініціатив, необхідних для досягнення цілей організації, безпосереднє формування портфеля (відбір проєктів), планування реалізації, розподіл ресурсів і оперативне управління портфелем. Встановлено, що наявні механізми та методи не забезпечують належної результативності при розв'язанні узагальнених варіантів цих задач, унаслідок чого вони залишаються лише частково вирішеними. У зв'язку з цим запропоновано розробляти моделі та методи формування портфеля, які враховують як формальні, так і неформальні критерії оцінювання якості альтернативних варіантів портфеля. Результати можуть слугувати підґрунтям для подальшої ідентифікації проєктів у галузі дорожнього будівництва та їх інтеграції в портфелі.

У роботі [33] проаналізовано проблематику формування стратегії холдингової компанії та моніторингу реалізації стратегічних рішень на проєктно-орієнтованих засадах. Запропоновано комплексний підхід до формування й оцінки ефективності стратегічного портфеля проєктів на основі багатокритеріального оцінювання проєктних пропозицій з позицій взаємоузгодженості та відповідності стратегічним цілям за умов обмежених організаційних, фінансових, часових, техніко-технологічних та інших ресурсів. Використання моделі дозволяє аргументовано підтримувати рішення стейкхолдерів щодо формування, планування, моніторингу та оцінки стратегічного портфеля відповідно до цільових показників на всіх етапах стратегічного управління. Водночас впровадження підходу потребує організаційного забезпечення: корпоративних стандартів, регламентів, шаблонів, інформаційних інструментів і відповідних організаційних новоутворень для управління портфелем на різних рівнях. За такого підходу інтегрована система

стратегічного управління із застосуванням проектного інструментарію може розглядатися як потужний чинник підвищення ефективності бізнесу. Означені результати можуть бути використані при розробленні інструментів формування портфеля проектів у дорожньому будівництві.

Авторами у роботі [34] здійснено аналіз підходів до управління портфелями проектів і програм та висвітлено специфіку управління цими об'єктами. Виокремлено основні проблеми, з якими стикаються проектно-орієнтовані підприємства під час одночасного управління проектами, програмами, портфелями та операційною діяльністю, що забезпечує реалізацію проектів. Подано базові поняття й визначення, описано модель та організаційні форми матричного управління портфелями у проектно-операційному контурі діяльності підприємств. Отримані положення можуть бути використані як підстава для обґрунтування доцільності та ефективності об'єднання проектів в галузі дорожнього будівництва у портфелі.

У роботі [35] розглянуто основні елементи та стратегії формування результативного інвестиційного портфеля, зокрема диверсифікацію, ребалансування, активне та пасивне управління. Підкреслено, що в межах портфельного інвестування базовим завданням є підбір структури активів із відомими частками для максимізації віддачі та мінімізації ризику. Для розв'язання проблеми обрано підхід Г. Марковіца (сучасна портфельна теорія), у межах якого статистичними методами здійснюється розподіл ризику та оцінювання доходності, а ключовими елементами виступають оцінювання активів, ухвалення інвестиційних рішень, оптимізація портфеля та оцінка результатів. Математично задача формування оптимального портфеля інтерпретується як мінімізація квадратичної функції за лінійних обмежень. Проаналізовано методи оптимізації портфелів проектів енергозбереження з урахуванням галузевої специфіки та обрано підходи, орієнтовані на пошук максимального коефіцієнта Шарпа й мінімальної волатильності у випадково згенерованих портфелях. Одержані результати можуть бути використані як методична база для подальшої розробки моделей і методів управління портфелями проектів у дорожньому будівництві.

Авторами у роботі [36] запропоновано методичний підхід до визначення функціональної структури системи управління портфелем інноваційно-інвестиційних проєктів, що передбачає горизонтальну та вертикальну інтеграцію елементів системи управління. Доведено, що використання такої системи дозволяє: формалізувати стратегію підприємства через визначення вагомості цілей, завдань і критеріїв їх досягнення; сформувати портфель з урахуванням стратегічної значущості й економічної ефективності проєктів; моделювати портфель при зміні факторів, зокрема бюджетних і ресурсних обмежень; враховувати взаємозв'язки між проєктами; забезпечувати керівництво інструментами моніторингу з наочною візуалізацією процесів і достатнім інформаційним забезпеченням для ухвалення рішень; підвищувати оперативність і відповідальність учасників інвестиційного процесу. Також розроблено механізм формування інформаційного комплексу корпоративної системи управління портфельними проєктами, включаючи пакет нормативних документів і сукупність засобів та методів управління інноваційними проєктами для результативної реалізації ініціатив. Наведені результати можуть бути корисними у формуванні стратегії розвитку дорожнього будівництва та відповідних портфелів проєктів.

У роботі [37] досліджено роль і значення офісу управління проєктами в структурах організацій публічного сектора. Уточнено співвідношення понять «проєкт», «програма», «портфель» і визначено основні процеси управління портфелем. Показано, що ефективність проєктного менеджменту істотно залежить від рівня зрілості організації, який визначає й траєкторію організаційних реформ; водночас наявність офісу управління проєктами розглядається як ознака зрілої проєктної організації. Виокремлено підтримуючу та впроваджуючу ролі офісу, систематизовано його функції (управління спільними ресурсами, методологія, навчання, моніторинг відповідності стандартам, координація комунікацій, забезпечення якості, формування процесних активів тощо), а також додаткові функції залежно від типу офісу. Визначено умови впровадження офісу управління проєктами в державних установах і фактори, що можуть зумовлювати його зміни (зовнішні/внутрішні чинники, зміни зрілості, керівництва, клімату,

методу управління портфелем, рівня співпраці та підзвітності). Зазначені положення можуть бути використані під час розроблення моделей і методів управління портфелями проєктів у дорожньому будівництві.

Авторами у роботі [38] розроблено моделі та методи формування портфелів проєктів захисту територій від затоплення на прикладі окремих територій України. Основою виступив метод актуалізації портфелів, ідентифікації та відбору проєктів на підставі оцінювання територій і пріоритезації портфеля із застосуванням геоінформаційних технологій дистанційного зондування Землі. Деталізовано етапи ідентифікації та відбору альтернативних проєктів через оцінювання територій за критеріями висоти затоплення та раціональності виконання систем захисту, що дозволяє враховувати ефективність впливу кожної альтернативи на рівень безпеки. Окремо розглянуто етап пріоритезації за критеріями «безпека-витрати» на основі логіки «ризик-дохідність» шляхом врахування необхідних витрат і наявних фінансових ресурсів, що забезпечило отримання набору оцінок і визначення першочерговості реалізації проєктів із максимальним рівнем безпеки за мінімальних витрат. Ці результати можуть бути використані при розробленні підходів до формування портфелів у дорожньому будівництві.

У роботі [39] визначено, що портфельне управління на державних підприємствах, зорієнтоване на стратегічні цілі, є важливою складовою оперативного управління і має спиратися на ефективну методичну та інструментальну платформу. Значні обсяги операційної діяльності, функціональна організаційна структура та розгалуженість підприємств формують суттєві складності й протиріччя в управлінні проєктами та портфелями. Отримані висновки можуть бути використані як підґрунтя для розроблення моделей і методів управління портфелями проєктів у дорожньому будівництві.

Авторами у роботі [40] розглянуто поняття портфеля IT-замовлень, його види та обґрунтовано необхідність управління портфелем проєктів на рівні підприємства. Проаналізовано найбільш поширені концепції портфельного управління IT-проєктами, зокрема матриці Маккінзі й BCG, процес Stage-Gate,

стратегічні підходи та бенчмаркінг, і визначено їхні особливості та переваги. Зазначені результати можуть бути корисними під час адаптації підходів до формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва.

У роботі [41] досліджено підвищення якості реалізації портфелів гібридних проєктів автотранспортних підприємств шляхом розвитку інтелектуально-ціннісного підходу та створення моделей і методів, застосованих на етапах ініціації й формування портфеля. Запропонований підхід передбачає прийняття управлінських рішень у двох блоках – інтелектуальному та управлінському, з опорою на великі дані та їх інтелектуальний аналіз. На цій основі сформовано інструментарій для відбору й формування портфеля з урахуванням ризику та цінності для стейкхолдерів, удосконалено кластерну модель відбору гібридних проєктів і модель оптимізації портфеля за критерієм «цінність–ризик». Запропоновані моделі враховують мінливість проєктного середовища, рівні ризиків і очікувану цінність за заданої вигоди стейкхолдерів. Одержані напрацювання можуть бути використані як методична база для розроблення моделей і методів управління портфелями проєктів у дорожньому будівництві.

Автором у роботі [42] на основі розвитку теоретичних положень портфельно-орієнтованого управління в логістичному обслуговуванні сформульовано концепцію портфельного управління збалансованим розвитком виробничих процесів і систем доставки вантажів. Організації, що здійснюють перевезення автомобільним транспортом із використанням термінальної технології, розглядаються як мережа однорідних організаційних одиниць, пов'язаних умовами реалізації технології. Одержані результати можуть бути використані при розробленні підходів до управління портфелями проєктів у дорожньому будівництві.

У роботі [43] запропоновано концепцію портфельного управління використанням внутрішньо-організаційних ресурсів для організацій, що надають послуги з обстеження пасажиропотоків у межах відповідних проєктів. Отримані положення можуть бути використані як методичне підґрунтя для розроблення моделей і методів управління портфелями проєктів у дорожньому будівництві.

Таким чином, аналіз наявних підходів, моделей і методів управління портфелями проєктів підтверджує наявність потреби у подальшій розробці спеціалізованого інструментарію управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва.

1.4. Огляд інформаційних технологій управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва

Головною метою використання інформаційних технологій управління є забезпечення повного та своєчасного задоволення інформаційних потреб усіх зацікавлених сторін. Упровадження інформаційних технологій надає організаціям можливість ефективно здійснювати управління проєктами, програмами та портфелями проєктів, забезпечувати налагоджену комунікацію між їх учасниками, своєчасно виявляти відхилення та реагувати на прояви невизначеності. Крім того, застосування інформаційних технологій дозволяє формувати звітність за всіма етапами реалізації проєктів, програм і портфелів проєктів, а також забезпечувати оперативний контроль за їх виконанням [44].

Інформаційна технологія являє собою комплекс взаємопов'язаних процедур, які забезпечують реалізацію функцій збору, накопичення, зберігання, оброблення та передавання даних на основі використання спеціально підібраного комплексу технічних засобів за участю управлінського персоналу [44]. Для прийняття управлінських рішень на рівні управлінського контролю інформація повинна подаватися в інтегрованому вигляді, що дозволяє аналізувати тенденції змін показників, визначати причини відхилень та обґрунтовувати можливі управлінські рішення. Такий підхід сприяє підтриманню конкурентоспроможності організацій в умовах функціонування у глобальному економічному середовищі.

У дослідженні [18] авторами розглянуто сучасні міжнародні стандарти та здійснено аналіз останніх наукових досліджень у сфері управління проєктами, програмами та портфелями проєктів. Метою проведеного аналізу стало визначення можливостей їх подальшого удосконалення, адаптації та практичного

застосування в процесах реорганізації та стратегічного управління медичними закладами України. Отримані результати можуть слугувати теоретичною основою для формування бази даних інформаційної технології управління портфелями проєктів.

У роботах [44, 45] дослідження спрямоване на розроблення структури інформаційної бази інтегрованого протиризикового управління науковими проєктами в умовах невизначеності та впливу поведінкової економіки. У межах дослідження запропоновано інформаційну технологію інтегрованого протиризикового управління науковими проєктами, яка враховує специфіку невизначеного середовища та поведінкових чинників прийняття рішень. Авторами розроблено структуру цієї інформаційної технології та схему її реалізації, що дає можливість керівнику наукового проєкту та його команді впроваджувати методологію інтегрованого протиризикового управління. Застосування такого підходу сприятиме успішній та своєчасній реалізації наукових проєктів із урахуванням потреб їх зацікавлених сторін. Результати дослідження можуть бути використані під час створення інформаційної технології управління портфелями проєктів.

У роботах [1, 46] розглянуто сучасні інформаційні технології, а також визначено сукупність процесів управління портфелями проєктів. Наведені підходи можуть слугувати методологічною основою для формування інформаційної технології управління портфелями проєктів, однак зазначене питання потребує подальшого поглибленого дослідження, що підтверджує актуальність даного напрямку наукових пошуків.

Автором у дослідженні [47] розроблено інформаційну технологію, яка забезпечує можливість реалізації будівництва складних енергетичних об'єктів за топологією мережевого графіка проєкту, що характеризується мінімальним рівнем ризику. Зокрема, запропонований підхід дозволяє сформувати такий графік виконання робіт, який мінімізує ризик збільшення тривалості реалізації проєкту та обсягу необхідних робіт. Отримані результати можуть бути

використані під час розроблення інформаційної технології управління портфелями проектів у галузі дорожнього будівництва.

У роботі [48] автором запропоновано структуру інформаційної бази та інформаційну технологію інтегрованого управління відхиленнями в проекті. Зазначена технологія забезпечує можливість одночасного управління такими явищами, як ризики, зміни, проблеми, конфлікти, стресові ситуації та кризові явища. На відміну від традиційних підходів до управління відхиленнями в межах методологій управління проектами та програмами, запропонований підхід дозволяє зменшити негативні відхилення під час реалізації проекту. Результати дослідження можуть бути використані як основа для розроблення інформаційної технології управління портфелями проектів у сфері дорожнього будівництва.

Автором у роботі [49] створено інформаційну модель медичного проекту з позиції управління якістю в межах ціннісного підходу. Запропонована модель дозволяє вирішувати низку практичних завдань, зокрема визначати зміни у медичному проекті, які забезпечуватимуть підвищення якості медичних послуг, ініціювати проекти, спрямовані на покращення якості медичного обслуговування, а також формувати ефективні схеми дій у межах ініційованих проектів. Реалізація таких дій сприятиме модернізації загальної системи управління якістю медичних послуг. Отримані результати можуть бути корисними під час формування інформаційних зв'язків у процесі розроблення інформаційної технології управління портфелями проектів у галузі дорожнього будівництва.

У роботі [50] авторами запропоновано концепцію інтеграції систем управління проектами із системами управління проектним забезпеченням в єдину інформаційну технологію управління проектною діяльністю підприємства. У межах цієї концепції визначено інформаційне ядро управління як інструмент організації інформаційних потоків у проектній діяльності. Як допоміжний компонент пропонується застосовувати програмно-інформаційну надбудову над існуючими програмними засобами управління проектами. Дослідження показує, що використання таких надбудов потребує створення інформаційно-керуючого ядра, яке забезпечує міжсистемну інформаційну взаємодію між процесами

управління проектами та процесами управління проектним забезпеченням. У якості такого ядра запропоновано використовувати систему управління інформацією підприємств і проектів PrimaNad. Також наведено функціональні можливості цієї системи та розроблено шаблони основних процесів реалізації проектної діяльності підприємства. Отримані результати можуть бути використані під час створення інформаційної технології управління портфелями проектів у сфері дорожнього будівництва.

Авторами у роботі [35] розроблено програмний застосунок, який забезпечує можливість завантаження даних, генерування випадкових портфелів та їх оптимізації за обраними методами. У програмі також реалізовано графічне відображення результатів оптимізації портфелів. Програмний продукт було протестовано на основі даних щодо акцій енергозберігаючих компаній. Побудовані програмою графіки дозволяють оператору більш обґрунтовано оцінювати сформований портфель проектів енергозбереження. Отримані результати можуть слугувати підґрунтям для формування підходів до створення інформаційної технології управління портфелями проектів у галузі дорожнього будівництва.

У роботі [38] для ідентифікації та відбору компонентів до портфеля проектів захисту територій від затоплення розроблено спеціалізовану модель. Її реалізація передбачає виконання математичного моделювання висоти затоплення територій, комп'ютерне моделювання зон ризику затоплення із застосуванням програмного забезпечення ArcGIS, а також додаткових програмних засобів HECGeoRAS та HEC-RAS. Вибір компонентів портфеля здійснюється на основі порівняння показників раціонального виконання заходів захисту, визначених державними стандартами. Одним із ключових показників є розрахункове значення висоти затоплення території, яке визначається шляхом математичного моделювання. На основі цього показника здійснюється моделювання зон ризику затоплення за допомогою програмних засобів. Результати дослідження можуть бути використані під час розроблення алгоритмів формування інформаційної технології управління портфелями проектів у галузі дорожнього будівництва.

Авторами у роботі [39] встановлено, що існуючі стандартні програмні засоби не мають достатнього рівня функціональності та гнучкості для вирішення складних завдань управління агрегованими групами проєктів. У зв'язку з цим виникає необхідність створення спеціалізованого програмного забезпечення, яке дозволить зменшити витрати часу та ресурсів на розроблення інструментів аудиту і контролю виконання портфелів проєктів та інших агрегованих груп проєктів, зокрема стратегічних проєктів підприємства. Однією з важливих задач є створення середовища для формування різнорівневих звітів, як періодичних, так і таких, що формуються за окремими запитами щодо стану виконання проєктів. Рішення зазначених завдань можливе шляхом створення спеціалізованого програмного засобу, який виконуватиме функції так званого «Центру звітів» для всіх проєктів підприємства та їх агрегованих груп. Запропонована структура і функціональність програмної реалізації такого центру демонструє можливість його створення з урахуванням стандартних корпоративних політик безпеки. Отримані результати можуть бути використані під час формування структури бази даних як складової інформаційної технології управління портфелями проєктів.

У роботі [41] завдяки використанню онлайн-сервісу із систематичним оновленням інформації за запитами замовників транспортних послуг було сформовано базу великих даних щодо стану проєктного середовища. На основі цієї бази даних було проведено машинне навчання, що дозволило обґрунтувати ефективну модель прогнозування інвестиційного бюджету гібридних проєктів автотранспортних підприємств. Запропонована модель базується на використанні алгоритму дерева рішень, який забезпечує отримання точних результатів прогнозування. Також було розроблено алгоритм та комп'ютерну програму для виконання управлінських процесів формування портфелів гібридних проєктів автотранспортних підприємств. Застосування розробленого підходу дозволяє здійснювати ранжування проєктів за рівнем ризику та цінністю для зацікавлених сторін, а також обґрунтовувати послідовність їх включення до портфеля. Отримані результати можуть бути використані під час формування структури

інформаційної технології управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва.

Огляд сучасних програмних продуктів для управління портфелями проєктів наведено у табл. В.1 додатку В [51].

Отже, за результатами проведеного аналізу сучасних інформаційних технологій встановлено, що вони можуть бути частково використані в процесах управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва. У зв'язку з цим доцільною є розробка спеціалізованої інформаційної технології управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва, яка враховуватиме стратегічні напрями розвитку транспортного комплексу та дорожньої інфраструктури зокрема.

1.5. Постановка задачі наукового дослідження

Як було відзначено у попередніх підрозділах цього дисертаційного дослідження, управління портфелем проєктів полягає в безперервному процесі формування, планування, коригування та оцінювання портфеля стратегічних ініціатив, які призначені для досягнення стійких результатів та переваг у збільшенні цінностей компанії. Стратегічні цілі компанії та портфель його ініціатив нерозривно пов'язані між собою та мають вплив один на одного. Визначення стратегічних намірів компанії служить фундаментом для подальшого створення портфеля ініціатив.

Результати та переваги, отримані завдяки реалізації цих ініціатив, сприяють здійсненню стратегії та дозволяють оцінити ефективність стратегії у створенні цінності для компанії. Портфель охоплює максимально велике коло питань розвитку компанії та може змінюватися у зв'язку зі зміною стратегічних цілей, взаємозв'язок яких наочно ілюструється у вигляді циклу.

До основних завдань в процесі управління галуззю дорожнього будівництва, зокрема й утримання мережі автошляхів, можна віднести наступні: підвищення ролі органів виконавчої влади та місцевого самоврядування в управлінні

автомобільними шляхами, що мають державне та місцеве значення, потребує побудови дієвого механізму публічного управління дорожнім будівництвом; приведення у відповідність законодавчих норм, що регламентують функціонування вітчизняного автотранспорту та дорожнього будівництва до вимог законодавства Європейського Союзу; розвиток приватно-державного партнерства у сфері відновлення та експлуатації автодоріг, зокрема шляхом передачі інвесторам в концесію вже існуючих автодоріг; запровадження повного незалежного експертного та громадського контролю якості будівельно-ремонтних робіт автомобільних шляхів, а також підвищення ефективності координування взаємодії між окремими учасниками дорожнього господарства з метою зменшення централізації контролю якості дорожніх робіт з боку держави.

Також для забезпечення ефективного управління галуззю дорожнього будівництва необхідно здійснювати постійний моніторинг стану автомобільних доріг з метою своєчасного та якісного прийняття рішень щодо першочергових потреб в їхньому ремонті та оптимізації витрат на будівництво й експлуатацію доріг.

У дисертаційному дослідженні поставлена актуальна науково-прикладна задача розробки нових та вдосконалених існуючих моделей, методів та інформаційної технології управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва з метою підвищення ефективності управління означеними портфелями проєктів за рахунок застосування стратегій FEFO, FIFO, LIFO та HIFO для забезпечення ефективного визначення актуальних проєктів та узгодження їх з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо).

1.6. Висновки за першим розділом

За результатами проведеного дослідження у першому розділі можна зробити наступні висновки:

1. Сьогодні транспортна галузь загалом задовольняє потреби української економіки та населення у перевезеннях, проте стан дорожнього господарства є недостатньо розвиненим, що стає одним із основних бар'єрів на шляху відновлення економічної активності та виведення економіки України на траєкторію сталого зростання. Це пов'язано із тим, що дорожнє господарство виконує розподільчу функцію шляхом забезпечення своєчасності розподілення товарних потоків, впливу на формування цін на відповідні товари та послуги, забезпечення належної якості надання транспортних послуг, підтримки мобільності трудових ресурсів.

2. Основною проблемою розвитку галузі дорожнього будівництва є недостатній рівень її фінансування, тому це призводить до зниження споживчих якостей автомобільних доріг, які поступово погіршуються, та зменшення обсягів дорожніх робіт. Як наслідок, це призводить до зменшення швидкості перевезень вантажів та пасажирів, підвищення аварійності, збільшення витрат на автомобільні перевезення, зростання економічних збитків держави й суспільства.

3. Зважаючи на наведене вище, можна дійти висновку, що доцільним було б забезпечити реалізацію проєктів у сфері дорожнього будівництва шляхом запровадження стратегічного та портфельного управління, яке є більш доцільним в сучасних умовах. Тому автором виявлено, що дослідження є актуальним та існує потреба у розробці інструментів стратегічного та портфельного управління в галузі дорожнього будівництва та їхнього впровадження в діяльність транспортних компаній.

4. Підвищення якості надання транспортних послуг споживачам, зокрема у сфері дорожнього будівництва, необхідність оновлення основних засобів, формальне та неефективне планування стратегії розвитку в транспортній галузі, необхідність підвищення конкурентоспроможності та ефективності системи управління транспортною галуззю відповідно до норм і стандартів Європейського Союзу вимагає ґрунтованого вивчення та аналізу саме застосування портфельного підходу до управління проєктами. У цьому дослідженні розглянуто сучасні підходи до управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва для подальшого аналізу та дослідження шляхів удосконалення. З метою забезпечення

ефективності управління пропонується застосування стратегічного управління та управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

5. За результатами аналізу існуючих підходів, моделей та методів до управління портфелями проєктів, які були розглянуті, можна дійти висновку, що існує потреба у розробці підходів, моделей та методів управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва.

6. Наведений огляд сучасних інформаційних технологій показав, що вони частково можуть бути застосовані в управлінні портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва. Тому автором пропонується розробка інформаційної технології управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва, які б враховували стратегічні напрямки розвитку транспортного комплексу та сфери дорожнього будівництва зокрема.

7. Поставлена науково-прикладна задача розробки нових та вдосконалення існуючих моделей, методів та інформаційної технології управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва з врахуванням їх особливостей, стратегічних напрямів розвитку із метою оптимального планування ресурсів та витрачання коштів, а також врахування непередбачених витрат.

Результати досліджень першого розділу опубліковані у таких роботах [1, 21, 46].

Список використаних джерел за першим розділом

1. Куліков О.М., Оксамитна Л.П. Особливості управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2022)*. Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 2-3 грудня 2022 року). Том 1. Одеса : ШІР, 2022. С. 38-43. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4631/1/Одеса%2022-23.pdf>.

2. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р. *Офіційний вісник України*. 2018. № 52. Стор. 533.
3. Солодовнік О.О. Розвиток дорожнього господарства України у посткризовому періоді. *Причорноморські економічні студії*. 2017. Вип. 23. С. 55-59.
4. Токар І.І. Сучасний стан та тенденції розвитку дорожнього господарства України. *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва*. 2019. № 1. С. 153-163. DOI: 10.30977/PPB.2226-8820.2019.22.0.153.
5. Кононов С.О. Дослідження дорожньої галузі України. *Таврійський науковий вісник. Серія: «Економіка»*. 2021. Вип. 10. С. 14-21. DOI: <https://www.doi.org/10.32851/2708-0366/2021.10.2>.
6. Про джерела фінансування дорожнього господарства України : Закон України від 18.09.1991 № 1562-ХІІ. *Відомості Верховної Ради України*. 1991 р. № 47. С. 648.
7. Vijekar D.S., Ugle B.A. Construction Projects Delays And Approach Of Management. *International Journal of Engineering Research and Applications*. 2015. P. 96-100.
8. Про транспорт : Закон України від 10.11.1994 № 232/94-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1994. № 51. Ст. 446.
9. Яновська В.П., Кириченко Г.В. Особливості формування стратегії розвитку національних автотранспортних перевізників. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку*. 2020. Вип. 2. № 2. С. 92-108. DOI: <https://www.doi.org/10.23939/smeu2020.02.092>.
10. Овчар П.А., Голубка С.М. Стратегія розвитку автотранспортної системи: зміст та особливості формування. *Економічний вісник Національного гірничого університету*. 2018. № 1 (61). С. 102-108.
11. Біліченко В.В., Огневий В.О. Стратегії трансформаційних змін автотранспортних підприємств : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2019. 140 с.

12. Ivanova E., Masarova J. Importance of road infrastructure in the economic development and competitiveness. *ECONOMICS AND MANAGEMENT*. 2013. Vol. 18(2). P. 263-274. DOI: <https://www.doi.org/10.5755/j01.em.18.2.4253>.
13. Luyimbazi G., Christopher N. A System Dynamics Approach to Support Strategic Planning for Sustainable Paved-Road Infrastructure Management in Uganda. *International Journal of Construction Engineering and Management*. 2022. Vol. 11(2). P. 31-44. DOI: <https://www.doi.org/10.5923/j.ijcem.20221102.01>.
14. Ng C.P., Law T.H., Jakarni F.M., Kulanthayan S. Road infrastructure development and economic growth. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 512. P. 1-10. DOI: <https://www.doi.org/10.1088/1757-899X/512/1/012045>.
15. Teslenko P., Antoshchuk S., Bedrii D., Lytvynchenko H. 3-Level Approach to the Projects Planning. *Proceeding of "Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2018)"*. Lviv, 2018. P. 195-198. DOI: <https://www.doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526643>.
16. Teslenko P., Polshakov I., Bedrii D. Strategic management of evolving project-oriented organization. *Science and Education a New Dimension, Economics*. Budapest, 2016. IV (2), Issue 94. P. 33-35.
17. Харута В.С., Маруніч В.С., Харута В.Л., Григоревська М.Я. Стратегічне управління проектами транспортної галузі. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. Вип. 45. С. 57-65. DOI: <https://www.doi.org/10.32347/2412-9933.2021.45.57-65>.
18. Данченко О.Б., Лепський В.В. Сучасні моделі та методи управління проектами, портфелями проектів та програмами. *Управління розвитком складних систем*. 2017. Вип. 29. С. 46-54.
19. Воркут Т.А., Петунін А.В., Харута В.С. Системні аспекти управління портфелями в організаціях. *Науково-технічний збірник "Автомобільні дороги і дорожнє будівництво"*. Київ, 2020. Вип. 109. С. 14-19.
20. The standard for portfolio management. 4th edn. PMI, 2017.

21. Куліков О.М., Заяц О.В., Оксамитна Л.П. Сучасні підходи до управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків: НТУ «ХПІ», 2023. № 1(7). С. 42-50. DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2023.7.6>. URL: <http://pm.khpi.edu.ua/article/view/289196>.
22. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. (7 Ed.). Chicago: Project Management Institute, 2019. 237 p.
23. Кононенко І.В. Кподжедо М.Ф.К. Метод вибору підходу для управління портфелем проектів і його застосування. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ"*. Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків, 2022. № 1(5). С. 29-38. DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2022.5.3>.
24. Akhiezer O., Holotaistrova H., Gomozov Y., Mats V., Rogovyi A. Strategic brand portfolio management. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ"*. Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків, 2022. № 2(6). С. 3-6. DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2022.6.1>.
25. Тригуба А.М., Кондисюк І.В., Коваль Н.Я. Формування портфелів гібридних проектів автотранспортних підприємств. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ"*. Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків, 2021. № 2(4). С. 67-72. DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2021.4.9>.
26. Данченко О.Б., Лепський В.В. Моделі стратегічного менеджменту медичних проектів проектно-орієнтованого медичного закладу. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ"*. Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків, 2018. № 2. С. 45-52. DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2018.1278.7>.
27. Bushuyev S., Verenysh O. Organizational Maturity and Project: Program and Portfolio Success. *Developing Organizational Maturity for Effective Project*

Management (Chapter 6: Organizational Maturity and Project: Program and Portfolio Success. Under the head. ed. G. Silvius&G. Karayaz, IGI Global, 2018. P. 349 (chapter 6 P. 104–127).

28. Молоканова В.М. Проблеми формування стратегічного портфеля проєктів. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2011. Вип. 7. С. 44-47. URL: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-7/44-47.pdf>.

29. Teslia I., Khlevna I., Yehorchenkov O. et al The concept of integrated information technology of enterprises project activities management implementation. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 2851. P. 143–152.

30. Чернявська І.М., Руденко О.В. Управління інноваційною діяльністю шляхом вибору портфеля проєктів. *Економіка і суспільство*. 2016. Вип. 2. С. 372-375. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/2_ukr/66.pdf.

31. ISO 21504:2022: Project, programme and portfolio management. Guidance on portfolio management. URL: <https://www.iso.org/standard/82867.html>.

32. Катренко А.В., Магац Д.С. Моделі та методи формування портфелів ІТ-проєктів. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Інформаційні системи та мережі*. 2011. № 699. С. 113-124. URL: <https://science.lpnu.ua/sisn/all-volumes-and-issues/volume-699-2011/modeli-ta-metodi-formuvannya-portfeliv-it-proektiv>.

33. Скитьова Г.С. Управління стратегічним портфелем проєктів холдингової компанії: комплексний підхід. *Ефективна економіка*. 2012. Вип. 9. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1758>.

34. Тесля Ю., Латишева Т., Єгорченков О., Хлевна Ю., Катаєва Є. Матричне управління портфелями проєктів і програм : навч. посіб. [Електронний ресурс]. Черкаси : ЧДТУ, 2022. 119 с. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4085/1/МУПІ%20Електронне%20видання.pdf>.

35. Кійко С.Г., Дейнега Л.Ю., Басанець М.І., Каменський Д.В., Діденко А.Є. Управління портфелями проєктів енергозбереження на основі теорії Марковіца. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2021. № 3. С. 79-91.

DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-5364.2021.3.08>. URL: <http://ite.khpi.edu.ua/article/view/243908>.

36. Микитюк Ю. Управління портфелем інноваційно-інвестиційних проєктів у житловому будівництві. *Вісник Тернопільського національного економічного університету*. 2019. Вип. 1. С. 151-159. URL: <http://dspace.tneu.edu.ua/handle/316497/34045>.

37. Олійник Р.Ю. Офіс управління проєктами в проєктному менеджменті публічного адміністрування. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Державне управління*. 2020. Том 31(70). № 2. С. 139-143. DOI: <https://doi.org/10.32838/2663-6468/2020.2/23>. URL: https://www.pubadm.vernadskyjournals.in.ua/journals/2020/2_2020/25.pdf.

38. Гавриць А.П. Моделі та методи формування портфелів проєктів захисту територій від затоплення: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22. Київ: КНУ ім. Т. Шевченка. 163 с. URL: https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/7562/1/dis_Havrys%20A.P..pdf.

39. Кузьмініх В.О., Коваль О.В., Хаустов Д.В., Коростельова Є.Ю. Управління агрегованими групами проєктів. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2011. Т. 13. № 3. С. 106-116. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/50533/10-Kuzminykh.pdf?sequence=1>.

40. Івченкова О.Ю., Лях А.О. Аналіз концепцій управління портфелем замовлень ІТ-підприємства. *Економічний вісник Донбасу*. 2018. № 1(51). С. 83-86. URL: [http://www.evd-journal.org/download/2018/1\(51\)/pdf/13-Ivchenkova.pdf](http://www.evd-journal.org/download/2018/1(51)/pdf/13-Ivchenkova.pdf).

41. Кондисюк І.В. Ціннісно-ризикове формування портфелів гібридних проєктів автотранспортних підприємств: дис... д-ра філос.: 073 – Менеджмент. Львів: ЛьвівБДЖ, 2023 р. 218 с. URL: <https://ldubgd.edu.ua/content/specializovana-vchena-rada-df-35874010>.

42. Третиниченко Ю.О. Портфельно-орієнтоване управління збалансованим розвитком організацій перевізників автомобільного транспорту:

дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22. Київ: НТУ, 2018. 279 с. URL: http://diser.ntu.edu.ua/Tretinichenko_dis.pdf.

43. Чечет А.М. Моделі та методи управління портфелем проектів надання транспортних послуг: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22. Київ: НТУ, 2018. 170 с. URL: http://diser.ntu.edu.ua/Chechet_dis.pdf.

44. Danchenko E., Bakulich O., Teslenko P., Bedrii D., Bielova O., Semko I. Information technology of integrated risk management of scientific projects under uncertainty and behavioral economy. *Scientific Journal of Astana IT University*. Astana, 2021. Vol. 5. P. 63-77. DOI: <https://www.doi.org/10.37943/AITU.2021.69.52.006>.

45. Бедрій Д.І. Інтегроване протиризикове управління науковими проєктами в умовах невизначеності та переходу до циркулярної економіки: дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.22. Одеса: Держ. ун-т «Одеська політехніка», 2021. 431 с. URL: <https://drive.google.com/file/d/11ZA3hLEwl8VL7K-sxwgjBThAW4S-zq3/view>.

46. Куліков О.М., Оксамитна Л.П., Ткаченко В.Ф. Сучасні інформаційні технології для управління портфелями проєктів. *Управління проєктами у розвитку суспільства*. Тези доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 12 травня 2023 року). Київ: КНУБА, 2023. С. 142-146. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4632/1/Тези%20Київ-2023.pdf>.

47. Данченко О.Б. Інформаційна технологія формування протиризикових розкладів робіт при будівництві складних енергетичних об'єктів: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06. Черкаси: Черк. держ. технолог. ун-т, 2000. 201 с.

48. Данченко О.Б. Методологія інтегрованого управління відхиленнями в проєктах : дис... д-ра техн. наук : 05.13.22. Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. Київ, 2015. 347 с.

49. Гайдаєнко О.В. Інформаційна модель медичного проєкту. *Інформаційні управляючі системи та технології*. Матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф. Одеса : ІУСТ, 2017. С. 340-342.

50. Teslia I., Khlevna I., Yehorchenkov O. et al The concept of integrated information technology of enterprises project activities management implementation. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 2851. P. 143-152.

51. 10 Систем Управління Портфелем Проектів: Ефективне Досягнення Цілей Компанії: <https://ganttpro.com/>. URL: <https://blog.ganttpro.com/ru/sistemy-upravleniya-portfelem-proektov-project-portfolio/>.

РОЗДІЛ 2. МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

2.1. Методологія та архітектура наукового дослідження

На основі аналізу сучасного стану управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва, який представлено у першому розділі цього дослідження, доцільно перейти до формування методологічних засад проведення даного дослідження.

У процесі виконання наукового дослідження, спрямованого на вирішення завдань управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва, було використано сукупність відповідних наукових підходів, моделей і методів. Вони забезпечують можливість комплексного аналізу проблеми, обґрунтування управлінських рішень та розробку ефективних інструментів формування і реалізації портфелів проєктів.

1. Системний підхід є одним із основних напрямів філософії та методології наукового пізнання, який ґрунтується на розгляді об'єктів дослідження як цілісних систем. Його характерною особливістю є орієнтація на виявлення цілісності об'єкта, дослідження механізмів його функціонування, а також на встановлення різноманітних типів зв'язків між складовими елементами та інтеграцію цих зв'язків у єдину теоретичну систему знань [1].

Принципи системного підходу широко застосовуються у різних галузях науки та практичної діяльності. При цьому системний підхід не виступає строго формалізованою методологічною концепцією, а розглядається як сукупність взаємопов'язаних принципів і підходів до проведення наукових досліджень.

Відповідно до системного підходу об'єкт дослідження розглядається як система, що складається з взаємопов'язаних елементів або компонентів. Така система характеризується наявністю входу (ресурсів), виходу (результату або

мети), взаємодією із зовнішнім середовищем, а також механізмом зворотного зв'язку, який забезпечує її адаптацію та ефективне функціонування [2].

Системний підхід також розглядається як методологічний напрям у науці, основною метою якого є розроблення методів дослідження та конструювання складно організованих об'єктів, до яких належать системи різних типів і класів [2, 3].

Отже, у межах даного дослідження системний підхід був використаний на етапі аналізу особливостей функціонування підприємств у галузі дорожнього будівництва, сучасних умов реалізації проектного та портфельного управління, а також існуючих підходів, моделей і методів управління портфелями проектів. Крім того, цей підхід було застосовано під час аналізу інформаційних технологій управління портфелями проектів у зазначеній галузі. Використання системного підходу дало змогу виявити специфічні особливості функціонування підприємств дорожньо-будівельної галузі, а також визначити існуючі підходи до управління портфелями проектів у цій сфері.

2. Стратегічне управління набуло активного розвитку починаючи з сімдесятих років двадцятого століття та довело свою ефективність у діяльності підприємств різних типів у багатьох країнах світу. Концепція стратегічного управління передбачає формування системи управління стратегічного типу, у межах якої визначення мети виступає вихідною точкою для формування та реалізації стратегічних дій організації [4, 5].

Стратегічне управління розглядається як процес довгострокового керування організацією, у межах якого керівники визначають основні цілі її діяльності, розробляють відповідні стратегії для їх досягнення, враховуючи вплив зовнішніх і внутрішніх факторів середовища, а також забезпечують реалізацію розроблених планів. При цьому стратегічні рішення постійно уточнюються та адаптуються відповідно до змін умов функціонування організації [4, 6].

Орієнтація стратегічного управління на визначення, обґрунтування та досягнення довгострокових цілей організації шляхом формування та реалізації відповідних стратегій дозволяє розглядати його як одну з форм реалізації

цільового підходу. Це, зокрема, відображається у принципах стратегічного управління, які визначають основні засади його застосування [4, 5, 6].

Принципи стратегічного управління являють собою теоретичну основу, на якій формуються його ключові характеристики та властивості. Вони втілюються у вигляді загальних правил і положень, що регламентують процеси формування та реалізації стратегічних рішень, а також визначають норми поведінки організації в цілому та її окремих учасників. Саме цими принципами керуються власники та менеджери під час розроблення та реалізації стратегій розвитку організації в конкретних умовах зовнішнього середовища [5, 6].

До основних принципів стратегічного управління належать:

- цілеспрямованість;
- безперервність стратегічного процесу;
- наукова та методологічна обґрунтованість форм і методів стратегічного управління;
- системний або комплексний підхід до розроблення стратегій та формування системи стратегічного управління;
- наявність чіткої послідовності етапів стратегічного процесу;
- циклічність стратегічного управління;
- унікальність систем стратегічного управління для конкретних підприємств;
- використання невизначеності майбутнього як джерела стратегічних можливостей;
- гнучкість та адаптивність систем стратегічного управління до змін умов функціонування організації;
- орієнтація на досягнення результативності та ефективності діяльності [4, 6].

Застосування підходів стратегічного управління у межах цього дослідження дало змогу визначити основні напрями розвитку дорожнього господарства. Отримані результати можуть бути використані як основа для формування

стратегії розвитку галузі дорожнього будівництва, а також для обґрунтування відповідних портфелів проєктів, спрямованих на досягнення стратегічних цілей галузі.

3. Проєктний підхід передбачає розгляд будь-якого проєкту як комплексу цілеспрямованих і взаємопов'язаних робіт, для виконання яких визначаються необхідні ресурси, встановлюються конкретні строки реалізації та формується відповідний бюджет [7, 8, 9]. Такий підхід дозволяє організувати діяльність у межах чітко визначених параметрів часу, ресурсів і результатів.

З позиції системного підходу проєкт розглядається як модель процесу досягнення майбутніх змін. Для опису такого процесу використовуються різноманітні засоби формалізації та представлення інформації. Увесь цикл управління проєктом, починаючи від передпроєктних досліджень, які включають генерування, аналіз і відбір ідей, і завершуючи реалізацією та завершенням проєкту, фактично є застосуванням методології системного аналізу до практичної діяльності, спрямованої на досягнення конкретних змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі організації [7, 9, 10].

Ефективне управління проєктами потребує комплексного врахування значної кількості факторів, серед яких психологічні, економічні, фінансові, технологічні, екологічні, організаційні, юридичні та інші аспекти діяльності. Узгодження цих факторів дозволяє забезпечити ефективну реалізацію проєктів та досягнення запланованих результатів [7, 9, 11].

Оцінювання згенерованих ідей проєктів зазвичай має евристичний та якісний характер, що ускладнює вибір оптимальної ідеї для подальшої реалізації. Вибір основної ідеї проєкту тісно пов'язаний із процесом планування робіт, зокрема з календарним плануванням завдань, необхідних для реалізації проєкту. У цьому контексті важливу роль відіграє системний аналіз, який дозволяє структурувати роботи проєкту та визначити оптимальну послідовність їх виконання. Планування проєкту також передбачає детальне визначення організаційних взаємовідносин між різними суб'єктами, які беруть участь у реалізації проєкту [7, 9, 11].

У сфері управління проектами сформувалися чотири основні концепції, що вплинули на розвиток теорії та практики управління проектною діяльністю:

- теорія наукового управління;
- теорія адміністративного управління;
- теорія управління з позицій психології людських відносин;
- теорія управління у межах науки про поведінку.

Згідно з сучасними підходами, процеси управління проектами поділяються на п'ять основних груп [7, 9, 11]. До першої групи належать процеси ініціювання, які передбачають визначення нового проекту або нової фази вже існуючого проекту та отримання офіційного дозволу на його початок.

Друга група включає процеси планування та розроблення, у межах яких визначається зміст проекту, уточнюються його цілі та формується послідовність дій, необхідних для їх досягнення.

До третьої групи належать процеси виконання, які передбачають реалізацію запланованих заходів відповідно до плану управління проектом з метою досягнення встановлених результатів і відповідності визначеним вимогам.

Четверта група охоплює процеси моніторингу та контролю, що забезпечують відстеження, аналіз та оцінювання ефективності виконання проекту. У межах цих процесів здійснюється виявлення можливих відхилень і впровадження коригувальних дій з метою забезпечення досягнення цілей проекту протягом усього періоду його реалізації.

У діяльності підприємств галузі дорожнього будівництва методологія управління проектами зарекомендувала себе як ефективний інструмент підвищення результативності реалізації проектів різної складності. Застосування проектного підходу створює основу для об'єднання взаємопов'язаних проектів у відповідні портфелі, що дозволяє більш ефективно управляти ресурсами, ризиками та стратегічними цілями розвитку галузі [12].

4. Портфельно-орієнтоване управління являє собою сукупність взаємопов'язаних організаційних процесів і методів, які дозволяють організації ефективно розподіляти ресурси з метою досягнення своїх стратегічних цілей.

Управління портфелем забезпечує узгодження компонентів портфеля зі стратегічними пріоритетами організації, інтересами зацікавлених сторін та ключовими цінностями, серед яких важливе місце займають принципи сталого розвитку та етичної діяльності [13, 14, 15].

Управління портфелем доцільно розглядати як безперервний процес прийняття управлінських рішень, у межах якого склад компонентів портфеля організації періодично переглядається з метою забезпечення його відповідності стратегічним цілям організації. У межах такого підходу здійснюється аналіз і відбір нових можливостей або потенційних загроз, визначаються їхні пріоритети та ухвалюються відповідні управлінські рішення. При цьому окремі компоненти портфеля можуть змінюватися, прискорюватися, відкладатися або припинятися залежно від умов функціонування організації та стратегічних пріоритетів її розвитку [13, 16, 17, 18, 19].

Початковим етапом формування портфеля проєктів є визначення місії та стратегічних цілей компанії. Саме на основі стратегічних орієнтирів організації формується система критеріїв, яка використовується для відбору та формування портфеля проєктів [13, 14, 17].

Портфель проєктів можна визначити як сукупність взаємопов'язаних або згрупованих компонентів (проєктів), управління якими здійснюється з метою досягнення стратегічних цілей організації.

Управління портфелем проєктів спрямоване на забезпечення досягнення стратегічних цілей компанії шляхом формування, оптимізації, моніторингу та контролю портфеля, а також управління змінами його структури. При цьому враховуються існуючі обмеження, зокрема часові, матеріальні, трудові, фінансові та інші ресурси.

Таким чином, управління портфелем проєктів виконує функцію інтеграційного механізму, який забезпечує взаємозв'язок між стратегічним рівнем управління організацією та операційним рівнем управління окремими проєктами і програмами.

Застосування підходів управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва дозволяє підвищити ефективність досягнення стратегічних цілей будівельних компаній за рахунок об'єднання взаємопов'язаних або однотипних проєктів у відповідні портфелі чи програми, що сприяє більш раціональному використанню ресурсів і підвищенню результативності управління проєктною діяльністю.

5. Стратегії управління запасами FEFO, FIFO, LIFO та HIFO є різними підходами до визначення порядку використання або продажу товарів на складі [20, 21, 22].

5.1. Стратегія FEFO (First Expired, First Out) – це метод управління запасами, який передбачає, що товари з найближчим терміном придатності повинні використовуватися або продаватися першими. Це дозволяє мінімізувати втрати, пов'язані з закінченням терміну придатності продуктів, забезпечуючи більш ефективне управління запасами та зменшуючи відходи [20, 22].

5.2. Стратегія FIFO (First In, First Out) – це метод управління запасами, при якому перші на склад надійшли товари повинні використовуватися або продаватися першими. Це дозволяє зберегти продукцію свіжою та уникнути втрат через закінчення терміну придатності, забезпечуючи більш ефективне управління запасами [21, 22].

5.3. Стратегія LIFO (Last In, First Out) передбачає такий підхід до управління запасами, за якого товари або матеріали, що надійшли на склад останніми, використовуються або реалізуються першими. Застосування цього методу може бути доцільним в умовах зростання цін, оскільки списання новіших і дорожчих ресурсів у першу чергу дозволяє збільшити собівартість реалізованої продукції, що, у свою чергу, може сприяти зменшенню оподаткованого прибутку підприємства. Водночас цей підхід не завжди є ефективним для продукції або матеріалів з обмеженим терміном придатності, оскільки тривале зберігання раніше отриманих запасів може призвести до їх псування або втрати якості [20, 21, 22].

5.4. Стратегія FIFO (Highest In, First Out) передбачає використання або вибуття зі складу тих запасів, які мають найвищу закупівельну вартість. За такого підходу товари або матеріали з максимальною вартістю придбання списуються першими. Це впливає на бухгалтерський облік таким чином, що у певному звітному періоді витрати на реалізовані товари будуть максимально можливими, тоді як залишкова вартість запасів на складі буде мінімальною [20, 21].

Облік запасів є важливим рішенням, яке має прийняти компанія чи підприємство, та спосіб їхнього обліку вплине на фінансову звітність. Компанії, ймовірно, вибрали б метод інвентаризації за найвищим показником, тобто використовуючи метод FIFO, якщо вони хочуть зменшити свій оподатковуваний дохід протягом певного періоду часу.

Оскільки запаси, які реєструються як використані, завжди є найдорожчими запасами, які є у компанії (незалежно від того, коли запаси були придбані), компанія завжди фіксуватиме максимальну вартість проданих товарів [20, 21, 22].

Архітектура наукового дослідження наведена на рис. 2.1.

2.2. Концептуальна модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва

В сучасних умовах однією з головних проблем формування ефективної системи планування дорожнього будівництва, зокрема виконання робіт з ремонту та експлуатації автомобільних доріг, є необхідність підвищення результативності управлінських процесів на підприємствах транспортної галузі. Як показав проведений аналіз наукових досліджень, вирішення цього завдання потребує розроблення нових підходів до управління портфелями проєктів у сфері дорожнього будівництва [23].

Запровадження техніко-технологічних, фінансово-економічних та організаційно-управлінських інновацій у діяльність більшості вітчизняних компаній сприяє приведенню їх функціонування у відповідність до європейських стандартів [24].

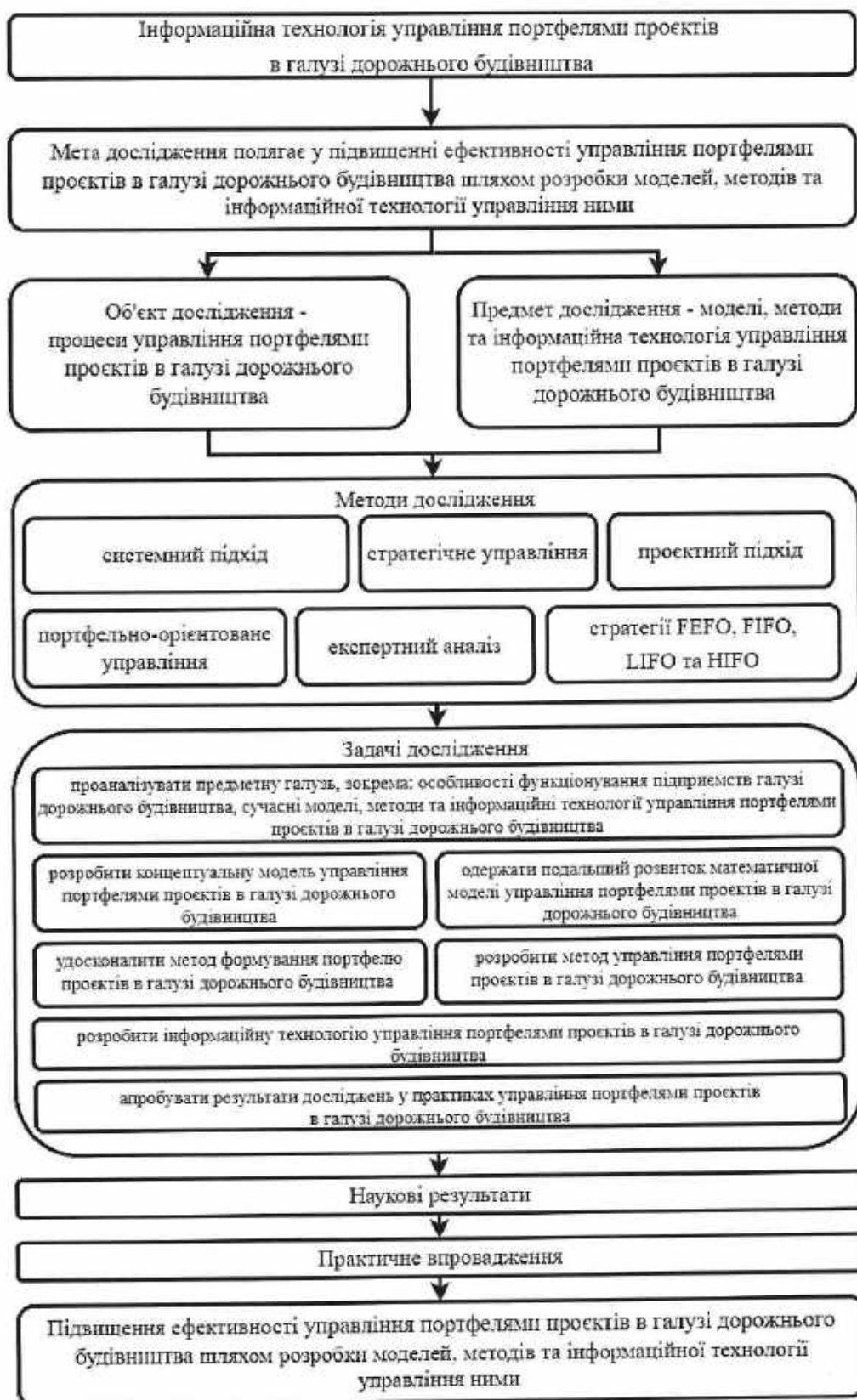


Рис. 2.1. Архітектура наукового дослідження [сформовано автором]

Реалізація таких змін може бути забезпечена шляхом впровадження окремих проєктів або комплексів взаємопов'язаних проєктів, об'єднаних у відповідні програми чи портфелі.

В умовах обмеженості ресурсів підприємств виникає проблема обґрунтованого визначення доцільності об'єднання окремих проєктів у відповідні групи або портфелі. Навіть за наявності ефективного володіння методологією управління проєктами, яка вважається сучасним і результативним інструментом забезпечення сталого розвитку організацій, керівництво багатьох вітчизняних компаній приділяє недостатню увагу питанням ефективної реалізації мультиплікативних проєктів та отримання синергетичного ефекту від їх спільної реалізації. У зв'язку з цим мультиплікативними проєктами доцільно управляти із застосуванням портфельного підходу, що базується на збалансованому відборі та поєднанні проєктів.

Стратегічні цілі організації, а також інші чинники, зокрема ринкові та фінансові умови функціонування, формують основу для прийняття рішення щодо впровадження портфельно-орієнтованого підходу до управління. Вибір такого підходу залежить від конкретного контексту діяльності підприємства та враховує низку важливих аспектів, серед яких:

- вплив впровадження управління портфелями на діяльність компанії з урахуванням її здатності адаптуватися до змін в організаційній структурі, функціях та корпоративній культурі;
- потенційні загрози та можливості, пов'язані з впровадженням системи управління портфелями проєктів [7, 24].

Стратегія розвитку підприємства повинна використовуватися для виявлення, документування та оцінювання можливостей і загроз, а також сильних і слабких сторін організації, які можуть визначати напрями її подальшого розвитку. Виявлені можливості та загрози можуть бути додатково досліджені й обґрунтовані у межах розроблення бізнес-кейсів, що може стати підставою для запуску одного або кількох компонентів портфеля. У свою чергу, результати

реалізації компонентів портфеля можуть забезпечити отримання вигод як для компанії-спонсора, так і для зовнішніх зацікавлених сторін [7, 24].

З метою підвищення ефективності управління транспортними підприємствами, зокрема процесами формування портфелів проектів у галузі дорожнього будівництва, доцільним є застосування підходів складської логістики та відповідних логістичних стратегій [26].

Упровадження логістичних систем управління на підприємствах різних сфер діяльності дозволяє реалізувати основні стратегічні цілі організації та підвищити рівень її доходів. Це досягається, зокрема, за рахунок:

по-перше, підвищення якості обслуговування шляхом зменшення дефіциту, який може виникати внаслідок порушення договірних умов постачання товарів, а також скорочення втрат від нестачі продукції. Водночас це сприяє зменшенню обсягів надлишкових запасів і зниженню витрат на їх зберігання або ліквідацію;

по-друге, скорочення сукупних витрат і втрат, пов'язаних із формуванням, переміщенням і трансформацією товарних, фінансових та інформаційних потоків. Це забезпечується завдяки формуванню раціональної схеми руху товарів, оптимізації запасів у всіх каналах товароруку, комбінованому використанню різних видів транспорту, розробленню гнучких графіків постачання та оптимальних систем замовлення. Крім того, важливими є раціональне розміщення складських об'єктів на обслуговуваній території, застосування сучасних форм термінальної та складської обробки вантажів, зменшення втрат матеріальних ресурсів під час транспортування та зберігання, а також скорочення витрат на управління [23, 26, 27].

Комплексне дослідження логістичних систем за своїми масштабами та значенням є складовою стратегічного аналізу діяльності підприємства. Воно передбачає вивчення основних тенденцій і факторів зовнішнього та внутрішнього середовища, що впливають на розвиток логістичної системи. Формування логістичної стратегії, яка враховує сучасні підходи до управління логістичною діяльністю підприємств, сприяє підвищенню ефективності їх функціонування.

Налагоджена система складської логістики виступає важливою конкурентною перевагою для підприємств, що займаються виробництвом або реалізацією продукції. Ефективність складських процесів значною мірою залежить від організації руху товарів через склад, системи їх обліку та обраного методу управління запасами. Для забезпечення ефективності складської діяльності застосовуються різні стратегії управління запасами, серед яких найбільш поширеними є: FEFO (First Expired, First Out), FIFO (First In, First Out), LIFO (Last In, First Out) та HIFO (Highest In, First Out) [21, 22, 23, 26].

Слід зазначити, що зазначені стратегії використовуються не лише у сфері складської логістики. Вони також активно застосовуються в управлінні запасами для цілей бухгалтерського обліку, у системах програмування баз даних та при роботі з інформаційними системами управління. Важливою умовою їх ефективного застосування є правильна організація розміщення товарів на складі.

Так, відповідно до методу FIFO товари, що надійшли на склад раніше, розміщуються ближче до зони відвантаження. При використанні методу FEFO товари з найменшим терміном придатності розташовуються ближче до передньої частини складу, тоді як продукція з довшим терміном зберігання розміщується у глибині складських приміщень. Такий підхід потребує достатніх складських площ та ефективної організації складського простору.

У випадку застосування стратегії LIFO організація розміщення товарів є простішою, оскільки нові партії продукції розміщуються поверх раніше отриманих запасів, а зони навантаження і відвантаження розташовуються поруч.

Стратегія HIFO передбачає, що товари з найвищою закупівельною вартістю використовуються або списуються зі складу першими. У результаті цього у визначеному звітному періоді витрати на реалізовану продукцію є максимально можливими, тоді як кінцеві залишки запасів на складі мають мінімальну вартість.

Порівняльні характеристики стратегій складської логістики FEFO, FIFO, LIFO та HIFO наведено у табл. 2.1 [21].

Таблиця 2.1. Порівняльні характеристики стратегій складської логістики

Назва	FEFO	FIFO	LIFO	FIFO
Сутність стратегії	Спочатку відвантажують товари, у яких закінчується термін придатності	У пріоритеті відвантаження товару, що надійшов на склад першим	Насамперед здійснюється відвантаження того товару, який надійшов на склад останнім	Застосовується для товарів з найвищою вартістю купівлі, які використовуються або виводяться зі складу першими
Коли застосовується	Підходить для обробки швидкокопсувних товарів різних партій	Застосовується у випадках, коли товар схильний до застаріння, сезонності, має обмежений термін зберігання	Принцип використовується при роботі з однорідним товаром, найчастіше йдеться про великі партії вантажів	Для скорочення оподаткованого доходу в певний період часу
Для якої товарної групи підходить	Продукти харчування, медикаменти, косметика, будь-яка продукція з обмеженим терміном придатності	Та ж, що і для FEFO, + електроніка, сезонні товари, fashion-сегмент; будь-яка продукція, яка швидко застаріває/втрачає актуальність	Будматеріали, хімікати, сипучі матеріали, сировина; продукція з необмеженим або тривалим терміном зберігання	Ринок розкоші, тобто попит на цей вид товару не створює проблем через високу купівельну спроможність

Основною метою управління портфелем є забезпечення системного та послідовного підходу до управління його компонентами, що передбачає реалізацію таких завдань [23, 28]:

- визначення можливостей узгодження інвестицій у компоненти портфеля зі стратегічними цілями організації;
- оптимізацію використання наявних ресурсів і підвищення спроможності організації до їх ефективного застосування;
- максимізацію вигод від інвестицій, спрямованих на реалізацію компонентів портфеля;
- визначення очікувань зацікавлених сторін та ефективне управління ними;
- забезпечення прозорості діяльності щодо компонентів портфеля та їхнього поточного стану.

Управління портфелями передбачає застосування комплексу взаємопов'язаних організаційних процесів і методів, за допомогою яких організація здійснює розподіл ресурсів для досягнення стратегічних цілей. Такий підхід забезпечує узгодження компонентів портфеля зі стратегічними орієнтирами організації, пріоритетами зацікавлених сторін, а також з її основними цінностями, серед яких важливе місце займають принципи сталого розвитку та етичної діяльності.

Крім того, управління портфелем можна розглядати як безперервний процес прийняття управлінських рішень, у межах якого склад компонентів портфеля періодично переглядається з метою забезпечення його відповідності стратегії організації. У рамках цього процесу здійснюється оцінювання та відбір нових можливостей або потенційних загроз, визначаються їхні пріоритети та приймаються відповідні управлінські рішення. При цьому окремі компоненти портфеля можуть бути змінені, прискорені, відкладені або припинені залежно від умов функціонування організації та стратегічних потреб її розвитку [7, 24].

Портфель проектів повинен мати ієрархічну структуру, за якої компоненти вищого рівня формуються з кількох компонентів нижчого рівня. До таких

компонентів можуть належати ресурси, технічні рішення, комунікаційні механізми та інші елементи управління. Структура портфеля відображає взаємозв'язок між його компонентами та стратегічними цілями організації, забезпечуючи їх узгодженість і цілісність [7, 24].

У межах даного дослідження пропонується здійснювати узгодження стратегічних цілей організації та проектів, що включаються до портфеля проектів, із використанням стратегій FEFO, FIFO, LIFO та HIFO (рис. 2.2) [23, 28]. Такий підхід дозволяє оптимізувати процес формування портфеля проектів у галузі дорожнього будівництва та підвищити ефективність використання ресурсів при реалізації стратегічних завдань розвитку галузі.

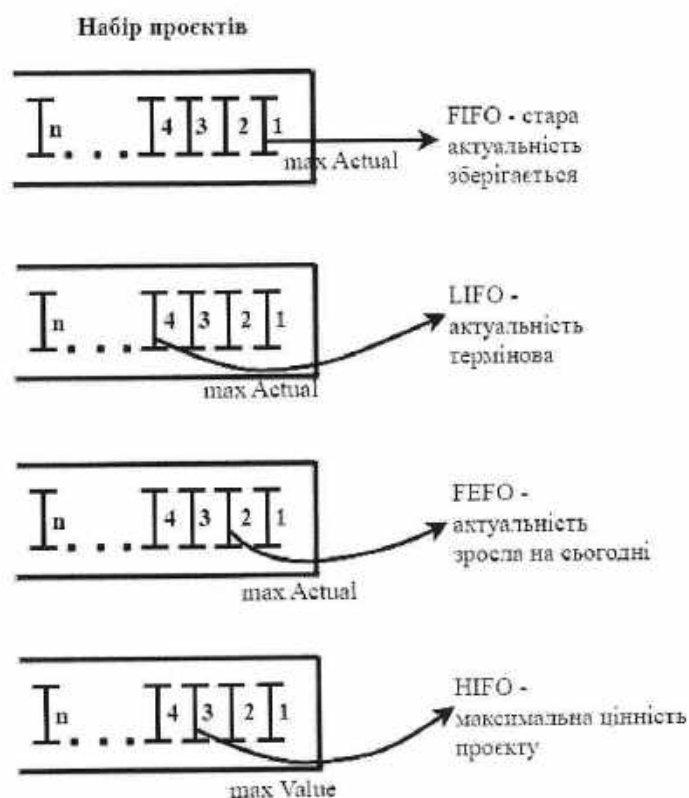


Рис. 2.2. Узгодження проектів за допомогою стратегій FEFO, FIFO, LIFO та HIFO [розроблено автором]

Як видно з рис. 2.2, вибір проекту із запропонованого набору для його включення до портфеля проектів здійснюється із застосуванням стратегій FEFO, FIFO, LIFO та HIFO залежно від рівня актуальності відповідного проекту у

певний період часу. Тобто, виходячи зі стратегічних цілей компанії, особа, що приймає управлінські рішення, визначає пріоритетність того чи іншого проєкту з метою його першочергового включення до портфеля. Такий вибір здійснюється з урахуванням можливостей підприємства щодо використання наявних ресурсів для досягнення визначених стратегічних цілей [23, 28].

Особи, що приймають рішення, повинні також визначити, чи може відповідна діяльність бути реалізована в межах існуючого портфеля проєктів. Для цього компанія повинна забезпечити наявність і підтримку необхідних організаційних спроможностей, які дозволяють здійснювати ефективно управління портфелем у поточному стані та впроваджувати необхідні зміни з метою досягнення стратегічних орієнтирів розвитку.

Досягнення стратегічних цілей портфеля може ускладнюватися наявністю певних обмежень, які здатні впливати на реалізацію портфеля або навіть змінювати стратегічні пріоритети організації. Джерела таких обмежень можуть мати як внутрішній, так і зовнішній характер.

Підприємство, як правило, має можливість безпосередньо контролювати внутрішні обмеження, тоді як щодо зовнішніх обмежень воно може лише здійснювати певний вплив, адаптувати свою діяльність відповідно до їх умов або реагувати на їх зміни. До основних видів обмежень належать такі чинники, як система врядування, наявність ресурсів, вимоги соціальної відповідальності, організаційна культура, рівень толерантності до ризику, принципи сталого розвитку, а також юридичні та регуляторні вимоги.

Можливості та загрози для розвитку портфеля можуть виникати внаслідок реалізації стратегії компанії, змін у запитах клієнтів, розвитку нових пропозицій або впровадження внутрішніх удосконалень. У деяких випадках виявлення можливостей і загроз є складовою процесу управління портфелем. Реакція на такі можливості або загрози може призводити до формування нових компонентів портфеля або до зміни вже існуючих.

З цією метою компанія повинна чітко визначити межі між процесами стратегічного управління та управлінням портфелем проєктів, щоб забезпечити

розуміння їх взаємного впливу. Стратегічні цілі організації мають визначати, які можливості та загрози необхідно розглядати та яким із них надавати пріоритет. У свою чергу, виникнення нових можливостей або загроз може зумовлювати перегляд або уточнення стратегії розвитку організації [7, 24].

Автором розроблена концептуальна модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва «Компас», яка, на відміну від існуючих підходів, дозволяє визначати пріоритетний проєкт для включення до портфеля з урахуванням наявних ресурсів підприємства (матеріальних, фінансових, трудових та інших), а також актуальності проєкту в часі та його цінності для зацікавлених сторін (рис. 2.3) [23, 28].

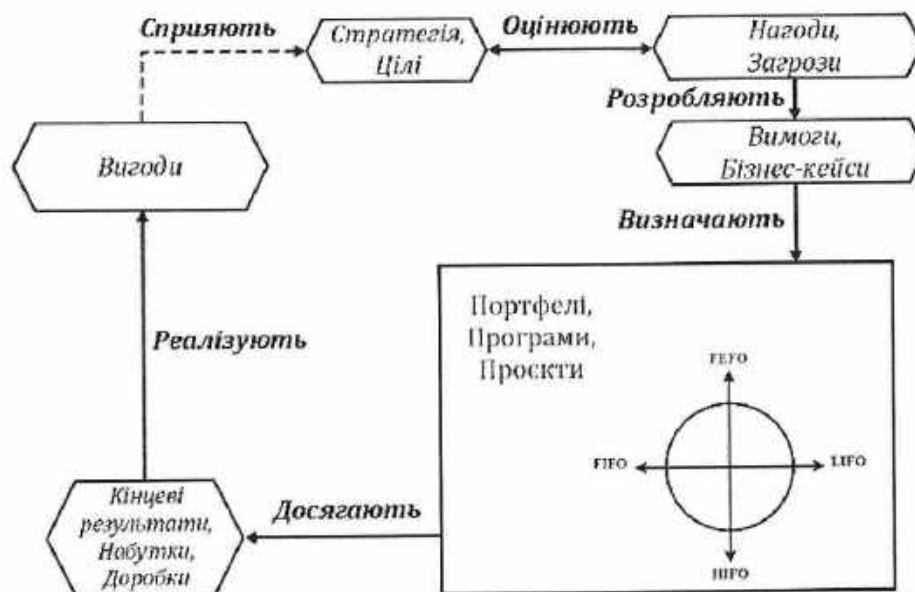


Рис. 2.3. Концептуальна модель формування портфелів проєктів «Компас»
[розроблено автором]

Як показано на рис. 2.3, досягнення стратегії розвитку та стратегічних цілей компанії забезпечується шляхом реалізації відповідного портфеля проєктів і програм.

Формування стратегії компанії здійснюється на основі її місії, бачення, а також з урахуванням внутрішніх і зовнішніх факторів середовища функціонування. Процес реалізації стратегії передбачає виконання комплексу

заходів і проєктів, спрямованих на досягнення визначених стратегічних цілей організації.

Стратегічні цілі компанії можуть бути досягнуті шляхом реалізації проєктів, програм та оперативної діяльності, або різних їх комбінацій.

В процесі вибору проєктів та програм, які будуть включені до портфеля проєктів за допомогою моделі «Компас», враховуються такі фактори, але не обмежуються наступними: витрати проти вигід; типи вигід; прийнятний рівень ризику та вплив ризику; ув'язка зі стратегічними цілями; доступність ресурсів; терміни реалізації витрат та вигід.

Компанія може використовувати управління портфелями для: планування розподілення ресурсів та термінів реалізації вигід; оцінки та зменшення загального впливу ризиків; координації термінів проєктів, програм інших пов'язаних з цим робіт; допомоги організації у впровадженні активних та свідомих рішень для вибору, пріоритезації та закриття проєктів, програм та інших пов'язаних з цим робіт.

В цьому, якраз і може допомогти модель «Компас», яка ґрунтується на включенні проєктів до відповідного портфеля з урахуванням часової та ціннісної актуальності за допомогою стратегій FEFO, FIFO, LIFO та HIFO.

Управління діяльністю компанії, яка реалізує проєкти, програми та портфелі проєктів у сфері дорожнього будівництва, повинно включати у себе застосування різноманітних дієвих інструментів, які б сприяли забезпеченню прибутковості діяльності, задоволенню потреб стейкхолдерів, підвищенню якості обслуговування клієнтів та надання послуг.

Ефективним інструментом для реалізації проєктів є застосування методології управління портфелями проєктів. В цьому дослідженні були проаналізовані сучасні підходи до управління проєктами, програмами та портфелями проєктів, а також запропоновано застосування стратегій FEFO, FIFO, LIFO та HIFO для ефективного визначення актуальних проєктів та узгодження їх з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо).

2.3. Математична модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва

Виходячи із концептуальної моделі формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва, що наведена у підрозділі 2.2 цього дисертаційного дослідження (рис.2.3), можна перейти до опису відповідної математичної моделі [23, 26, 28].

Портфель проєктів можна описати, як сукупність проєктів, за допомогою множини (2.1):

$$PP = (P_1, P_2, P_3, \dots, P_i, \dots, P_n), \quad (2.1)$$

де PP – портфель проєктів;

P_i – проєкт портфеля проєктів з номером i , $i = \overline{1, n}$

Кожен окремий проєкт портфеля проєктів можна описати за допомогою множини (2.2):

$$P_i = (PR_i, C_i, T_i, R_i, V_i, PM_i), i = \overline{1, n} \quad (2.2)$$

де PR_i – пріоритет проєкту i ;

C_i – вартість проєкту i ;

T_i – тривалість проєкту i ;

R_i – ризик проєкту i ;

V_i – вигоди проєкту i для його замовника;

PM_i – код проєктного менеджера проєкту i .

Обмеження для кожного проєкту можна представити у вигляді (2.3):

$$C_i \rightarrow \min, \quad (2.3)$$

$$T_i \rightarrow \min,$$

$$R_i \rightarrow \min,$$

$$V_i \rightarrow \max.$$

Виходячи із того, що в рамках концептуальної моделі формування портфелів проектів в галузі дорожнього будівництва з метою забезпечення ефективного визначення актуальних проектів та узгодження їх з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо) автором було запропоновано застосування стратегій FIFO, LIFO, FEFO та HIFO, наведемо для кожної із наведених стратегій математичний опис процесу відбору проектів для формування відповідного портфеля проектів:

1. Для стратегії FIFO застосовуються формули (2.4) та (2.5):

$$PP_{as\ is} = (P_1, P_2, P_3, \dots, P_i, \dots, P_n), \quad (2.4)$$

$$PP_{to\ be} = (P_1, P_2, P_3, \dots, P_j, \dots, P_k), \quad (2.5)$$

де $PP_{as\ is}$ – портфель проектів до прийняття рішення в момент часу t ;

$PP_{to\ be}$ – портфель проектів після прийняття рішення в момент часу t ;

$$k = n - 1.$$

$$P_t = P_1, \quad (2.6)$$

де P_t – проект обраний для реалізації в момент часу t .

2. Для стратегії LIFO застосовуються формули (2.4) та (2.5), але змінюється обраний терміновий n -й проєкт із портфеля проектів в момент часу t (2.7).

$$P_t = P_n. \quad (2.7)$$

3. Для стратегії FEFO застосовуються формули (2.4) та (2.5), але змінюється обраний проєкт із портфеля проектів в момент часу t (2.8).

$$P_t = P_x, x = \overline{1, n}, \quad (2.8)$$

де x – номер самого актуального проекту в момент часу t (у якого $PR_x = \max(PR_i)$).

4. Для стратегії HIFO застосовуються формули (2.4) та (2.5), але змінюється обраний проект із портфеля проектів в момент часу t (2.9).

$$P_t = P_y, y = \overline{1, n}, \quad (2.9)$$

де y – номер самого вартісного проекту в момент часу t (у якого $V_y = \max(V_i)$).

З метою прийняття управлінського рішення щодо включення до портфелю проектів i -го проекту в момент часу t пропонується застосовувати метод дерева рішень. Цей метод дозволяє визначити пріоритетність проекту за допомогою стратегій управління запасами FEFO, FIFO, LIFO та HIFO в певних умовах (вигода або пріоритет) [7, 29, 30].

Метод дерева рішень дозволяє проектному менеджеру візуально оцінити результати впливу різних умов та обрати найкращий проект. Цей метод використовує модель процесу, яка розгалужується за певними умовами (пріоритет або вигода). Модель являє собою графічне відображення зв'язків основних та наступних варіантів управлінських рішень, в якій наводяться відомості про стратегії та проекти, які підпадають під визначені умови [29, 30].

У випадку застосування цього методу для аналізу причинно-наслідкових зв'язків між умовами в портфелі проектів, назвемо його метод дерева рішень для вибору стратегії формування портфеля проектів в галузі дорожнього будівництва, який полягає у наступному [31].

Для кожного портфелю проектів будемо «дерево рішень», на якому доцільно показати 1-2 рівня розвитку реалізації портфеля проектів, оскільки нові

дії в портфелі проектів в кожен момент часу можуть призводити до нових пріоритетів та прогнозувати всі можливі ситуації розвитку портфелю проектів складно, оскільки кількість таких сценаріїв буде дуже великою, тому пропонується планувати 1-2 ітерації (рис. 2.4.).

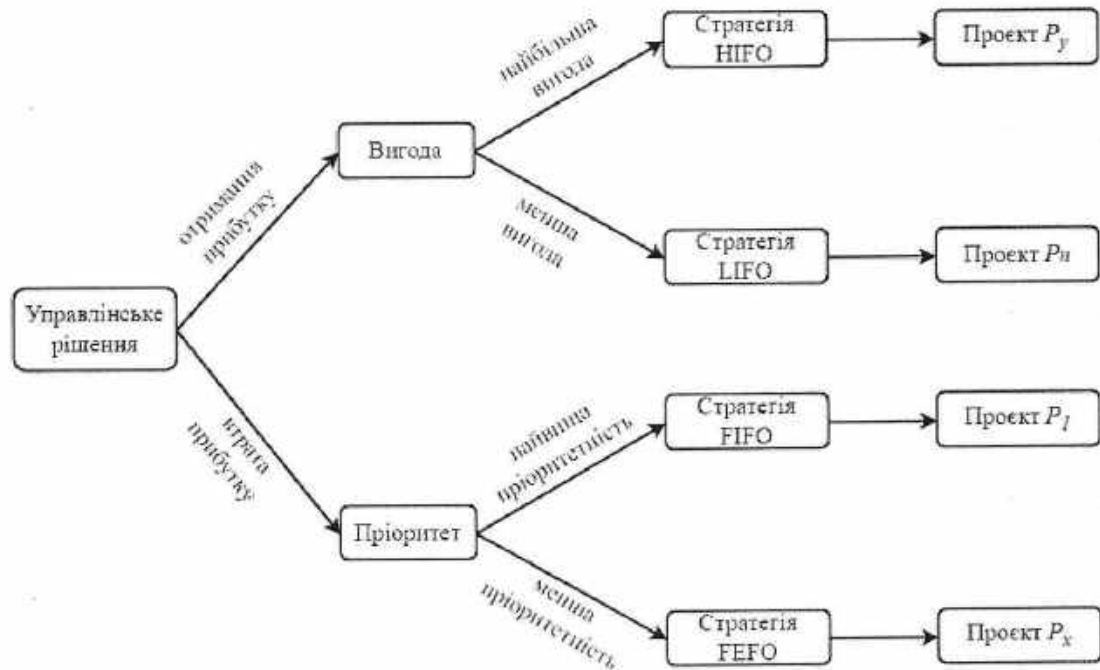


Рис. 2.4. Дерево рішень для вибору стратегії формування портфелю проектів у галузі дорожнього будівництва [розроблено автором]

Отже, наведена математична модель (2.1)-(2.9) формування портфелю проектів в галузі дорожнього будівництва, яка дозволяє описати, в рамках певного портфелю проектів, кожен окремий проект за допомогою таких факторів, як: пріоритет, вартість, тривалість, ризик, вигоди для замовника проекту та код проектного менеджера. Її реалізація запропонована автором за допомогою дерева рішень для вибору стратегії формування портфелю проектів в галузі дорожнього будівництва, що забезпечить ефективне та своєчасне визначення актуальних проектів за допомогою застосування стратегій FIFO, LIFO, FEFO та NIFO, які дозволяють узгодити означені проекти з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо) в певний момент часу.

2.4. Висновки за другим розділом

За результатами проведених досліджень у другому розділі можна дійти таких висновків:

1. Запропоновані системний та проєктний підходи, стратегічне та портфельно-орієнтоване управління, експертний аналіз та стратегію NIFO для формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. Виходячи із методології дисертаційного дослідження була побудована архітектура наукового дослідження.

2. Розроблена концептуальна модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва, яка побудована за допомогою моделі «Компас», що ґрунтується на включенні проєктів до відповідного портфеля з урахуванням часової та ціннісної актуальності. Це може бути реалізовано за рахунок використання стратегій FEFO, FIFO, LIFO та NIFO для забезпечення ефективного визначення актуальних проєктів та узгодження їх з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо).

3. Одержала подальший розвиток математична модель формування портфелю проєктів в галузі дорожнього будівництва, яка дозволяє описати, в рамках певного портфеля проєктів, кожен окремий проєкт за допомогою факторів таких, як: пріоритет, вартість, тривалість, ризик, вигоди для замовника проєкту та код проєктного менеджера. Її реалізація запропонована автором за допомогою дерева рішень для вибору стратегії формування портфелю проєктів в галузі дорожнього будівництва, що забезпечить ефективне та своєчасне визначення актуальних проєктів за допомогою застосування стратегій FIFO, LIFO, FEFO та NIFO, які дозволяють узгодити означені проєкти з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо) в певний момент часу.

Результати досліджень другого розділу опубліковані у таких роботах [12, 14, 23, 26, 28, 31].

Список використаних джерел за другим розділом

1. Сидорчук О.В., Ратушний Р.Т., Сидорчук О.О., Демедюк М.А. Системний підхід до управління проектами та програмами: означення засад. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. Харків, 2011. № 1/5. С. 30-32. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2011_1%285%29__10.
2. Гречко Т.К., Чернова Л.С. Системний аналіз і прийняття інноваційних рішень : навч. посібн. Миколаїв: видавець Торубара В.В., 2015. 244 с.
3. Ратушний Р.Т. Системний підхід до структуривання портфелів проектів розвитку територіальних пожежно-рятувальних формувань. *Вісник ЛДУБЖД*. 2019. № 19. С. 44-50. DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.19.2019.04>. URL: <https://media.neliti.com/media/publications/314341-system-approach-to-structuring-portfolio-c617862a.pdf>.
4. Teslenko P., Antoshchuk S., Bedrii D. & Lytvynchenko H. 3-Level Approach to the Projects Planning. *Computer Sciences and Information Technologies (CSIT 2018)*. Lviv, 2018. P. 195-198. DOI: <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526643>.
5. Teslenko P., Polshakov I. & Bedrii D. Strategic management of evolving project-oriented organization. *Science and Education a New Dimension, Economics*. Budapest, 2016. IV (2), Issue 94. P. 33-35.
6. Харута В.С., Маруніч В.С., Харута В.Л., Григоревська М.Я. Стратегічне управління проектами транспортної галузі. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 45. С. 57-65. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.45.57-65>.
7. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. (7 Ed.). Chicago: Project Management Institute, 2019. 237 с.
8. Управління проектами: навч. посіб. / Ю.І. Буріменко, Л.В. Галан, І.Ю. Лебедева, А.Ю. Щуровська; за ред. Ю.І. Буріменко. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2017. 208 с.

9. Данченко О.Б., Лепський В.В. Сучасні моделі та методи управління проектами, портфелями проектів та програмами. *Управління розвитком складних систем*. 2017. № 29. С. 46-54.

10. Литвиненко Г., Клясен Н. Управління проектами: сутність та особливості застосування в освіті. *Рідна школа*. 2017. № 11-12 (листопад-грудень). С. 39-43.

11. Бабаєв В.М. Управління проектами: навч. посіб. Харків: Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова, 2006. 244 с.

12. Оксамитна Л.П., Куліков О.М. Особливості управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2022)*. Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 2-3 грудня 2022 року). Том 1. Одеса : ПШР, 2022. С. 38-43. URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4631/1/Одеса%2022-23.pdf>.

13. The standard for portfolio management. 4th edn. PMI, 2017.

14. Куліков О.М., Заяц О.В., Оксамитна Л.П. Сучасні підходи до управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків: НТУ «ХПІ», 2023. № 1(7). С. 42-50. DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2023.7.6>. URL: <http://pm.khpi.edu.ua/article/view/289196>.

15. Кононенко І.В. Кподжедо М.Ф.К. Метод вибору підходу для управління портфелем проєктів і його застосування. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ"*. Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків, 2022. № 1(5). С. 29-38. DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2022.5.3>.

16. Тригуба А.М., Кондисюк І.В., Коваль Н.Я. Формування портфелів гібридних проектів автотранспортних підприємств. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ"*. Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків, 2021. № 2(4). С. 67-72. DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2021.4.9>.

17. Данченко О.Б., Лепський В.В. Моделі стратегічного менеджменту медичних проєктів проєктно-орієнтованого медичного закладу. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами*. Харків, 2018. № 2. С. 45-52. DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2018.1278.7>.

18. Bushuyev S., Verenyh O. Organizational Maturity and Project: Program and Portfolio Success. *Developing Organizational Maturity for Effective Project Management* (Chapter 6: Organizational Maturity and Project: Program and Portfolio Success. Under the head. ed. G. Silvius&G. Karayaz, IGI Global, 2018. P. 349 (chapter 6 P. 104-127).

19. Молоканова В.М. Проблеми формування стратегічного портфеля проєктів. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2011. Вип. 7. С. 44-47. URL: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-7/44-47.pdf>.

20. Казанська О.О. Антикризова стратегія розвитку логістичної інфраструктури: державний аспект. *Інвестиції: практика та досвід*. 2018. № 1. С. 82-85. URL: <http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=5873&i=14>.

21. Вівчар О.І. Формування логістичної стратегії системи економічної безпеки підприємств транспорту із застосуванням апарату економіко-математичного моделювання. *Review of transport economics and management*. 2019. Вип. 1(17). С. 89-95. DOI: [https://doi.org/10.15802/rtemt.v0i1\(17\).176490](https://doi.org/10.15802/rtemt.v0i1(17).176490).

22. Highest In, First Out (HIFO). Definition vs LIFO, FIFO: Investopedia. URL: <https://www.investopedia.com/terms/h/hifo.asp>.

23. Куліков О.М., Морозова Г.С. Концептуальна модель формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. Вип. 58. С. 42-52. DOI: <https://www.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.42-52>.

24. Чернявська І.М., Руденко О.В. Управління інноваційною діяльністю шляхом вибору портфеля проєктів. *Економіка і суспільство*. 2016. Вип. 2. С. 372-375. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/2_ukr/66.pdf.

25. ISO 21504:2022: Project, programme and portfolio management. Guidance on portfolio management. URL: <https://www.iso.org/standard/82867.html>.

26. Оксамитна Л.П., Куліков О.М. Огляд стратегій складської логістики для формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2023)*. Тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 1-2 грудня 2023 року). Том 1. Одеса : ІШПР, 2023. С. 23-28. URL: https://drive.google.com/file/d/1HGL3-PVNVjU66GZJenF_zPA_t1YcTRpR/view?usp=drive_link.

27. Ільченко Н.Б. Логістичні стратегії в торгівлі : монографія. Київ : Київ. нац. торг. екон. ун-т, 2016. 432 с. ISBN: 978-966-629-814-3. URL: <https://knute.edu.ua/file/MjExMzA=/ebee6b4b3d12d4cd18180f0f18338a1a.pdf>.

28. Куліков О.М., Данченко О.Б. Модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОИТ-2024)*: тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції, (Черкаси, 23-24 травня 2024 р.). Черкаси : ЧДТУ, 2024. С. 106-108. URL: https://knsa.chdtu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/Conference-Proceedings-ITEST-2024_13_06.pdf.

29. Данченко О.Б. Методологія інтегрованого управління відхиленнями в проєктах : дис... д-ра техн. наук : 05.13.22. Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. Київ, 2015. 347 с.

30. Данченко О.Б., Семко І.Б., Борисова Н.І. Концептуальна модель інтегрованого управління відхиленнями в проєктах. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. Черкаси: ЧДТУ, 2015. №1(15). С. 62-67.

31. Куліков О.М., Данченко О.Б. Математична модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2024)*. Тези доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 6-7 грудня 2024 року). Том 1. Одеса : ІШПР, 2024. С. 287-290. URL: <https://zenodo.org/records/15165174>.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

3.1. Метод формування портфелю проєктів в галузі дорожнього будівництва

Сучасна галузь дорожнього будівництва в Україні функціонує в умовах високої турбулентності, що зумовлюється поєднанням низки внутрішніх та зовнішніх викликів. Серед основних факторів, які ускладнюють стратегічне планування та реалізацію інфраструктурних проєктів, слід відзначити: макроекономічну нестабільність, обмеження у фінансуванні державних програм, загрозу безпеці через триваючі воєнні дії, а також необхідність термінового відновлення об'єктів транспортної інфраструктури, що мають критичне значення для національної економіки та соціальної сфери. Відповідно, формування та управління портфелем проєктів у дорожньому будівництві потребує нового, адаптивного та обґрунтованого підходу, який дозволить оперативно розподіляти наявні ресурси відповідно до пріоритетів розвитку.

У таких умовах ефективне управління портфелем проєктів набуває особливої ваги, оскільки саме від структури, черговості та якості реалізованих ініціатив залежить безперервність функціонування транспортної мережі, рівень її безпеки, соціальна мобільність населення та досягнення запланованих соціально-економічних показників. Як показано в розділі 2 цього дисертаційного дослідження, одним із перспективних напрямів удосконалення процесу формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва є адаптація логістичних стратегій, що широко використовуються в управлінні ланцюгами постачання та обліку запасів, зокрема стратегій FIFO (First In, First Out), LIFO (Last In, First Out), FEFO (First Expired, First Out), HIFO (Highest In, First Out) [1,2].

Застосування зазначених стратегій з точки зору управління портфелями проєктів у сфері дорожнього будівництва дозволяє по-новому підійти до питань

пріоритезації: обирати для першочергового фінансування та реалізації ті ініціативи, які або мають найдавнішу історію включення до стратегічних програм (FIFO), або є найактуальнішими з точки зору поточних викликів (LIFO), або втрачають чинність у найближчий період (FEFO), або мають найбільший соціально-економічний ефект (HIFO).

Так, у роботі [3] обґрунтовано доцільність застосування логістичних стратегій у сфері управління економічною безпекою транспортних підприємств. Автор розробив модель формування логістичної стратегії в умовах сучасного функціонування, з використанням економіко-математичних методів. Модель враховує вплив інформаційного середовища, сценарії розвитку подій та критерії прийняття управлінських рішень, що може бути адаптовано для планування дорожньо-ремонтних і експлуатаційних робіт.

Окрему увагу до підходів до управління портфелями проєктів приділено в роботі [4], де автори розглядають класифікацію IT-портфелів та аналізують методи управління IT-проєктами на рівні підприємства. Наведено приклади практичного використання таких інструментів, як матриця BCG, матриця Маккінзі, Stage-Gate-процес, стратегічне управління та бенчмаркінг. Ці підходи також можуть бути адаптовані до дорожнього будівництва з урахуванням галузевої специфіки.

Беручи до уваги динамічність зовнішнього середовища, жорсткі часові обмеження, сезонний характер робіт і складну регуляторну політику, традиційні методи формування портфеля, що ґрунтуються виключно на експертному оцінюванні або ранжуванні за балами, не забезпечують достатньої адаптивності. Вони часто не враховують взаємозв'язок між термінами дії дозволів, доступністю фінансування, строками будівельного сезону та критичністю об'єктів для населення або бізнесу. У такому контексті логістичні стратегії, адаптовані до проєктного середовища, можуть виступати ефективною альтернативою.

Таким чином, у даному дослідженні обґрунтовано доцільність розробки та впровадження методу формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва на основі логістичних стратегій, що поєднує принципи системного

управління, гнучкої адаптації та чіткої логіки прийняття рішень. Запропонований підхід дозволяє формувати пріоритети не лише за технічними параметрами, а й з урахуванням економічної ефективності, соціального впливу, терміновості та регуляторних обмежень. Схема реалізації методу представлена на рис. 3.1 [5] і використовується як основа для подальшої розробки алгоритму формування дорожніх портфелів в умовах дії зовнішніх ризиків і ресурсних обмежень.

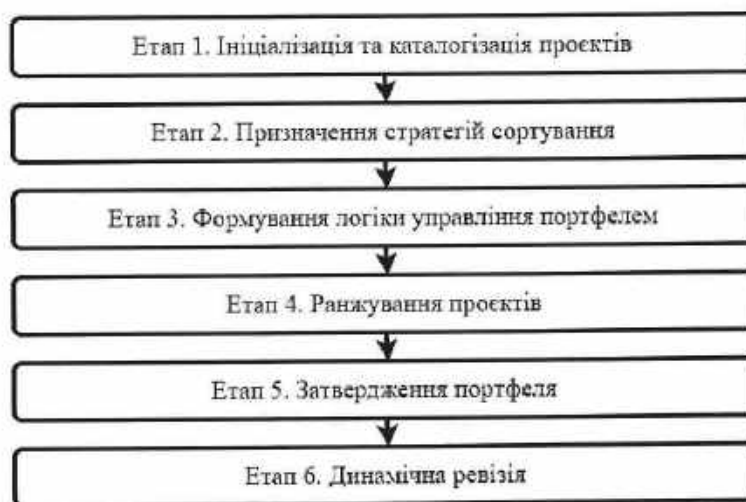


Рис. 3.1. Схема методу формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва [розроблено автором]

Розглянемо більш детально кожний етап методу, схема якого наведено на рис. 3.1.

Етап 1. Ініціалізація та каталогізація проєктів.

Перший етап формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва передбачає здійснення ініціалізації та каталогізації усіх наявних і потенційних інфраструктурних ініціатив. Цей процес є фундаментальним для подальших процедур аналізу, ранжування та ухвалення управлінських рішень, оскільки саме на цьому етапі створюється повна та структурована інформаційна база про кожен проєкт. Наявність достовірних, актуальних і стандартизованих даних дозволяє з високою точністю оцінити техніко-економічні характеристики проєктів, визначити їхню відповідність стратегічним пріоритетам та здійснювати

порівняльний аналіз за обраними критеріями. У межах цього етапу виконуються такі підзадачі:

1.1. Виявлення наявного та потенційного пулу проєктів. Це включає опрацювання всіх наявних програмних документів (Державна цільова програма розвитку автомобільних доріг, регіональні стратегії, програми транскордонного співробітництва, дані місцевих бюджетів тощо), а також запитів від органів місцевого самоврядування, громадськості, профільних асоціацій, бізнесу. Особливу увагу слід приділити раніше ініційованим проєктам, які з тих чи інших причин не були реалізовані або реалізовані частково.

1.2. Формалізація структурної інформації про проєкти. Для забезпечення порівнюваності та автоматизації процесів сортування, всі проєкти повинні бути описані за уніфікованими характеристиками. До рекомендованого переліку таких характеристик входять:

- назва та ідентифікатор проєкту;
- дата ініціації/схвалення;
- стадія готовності (передпроектна, проєктно-кошторисна, експертиза, реалізація);
- обсяг фінансування (загальний та наявний);
- джерело фінансування (держбюджет, місцевий бюджет, міжнародні донори);
- термін дії дозвільної документації;
- оцінка очікуваного соціально-економічного ефекту;
- кількісні показники впливу (довжина, кількість населених пунктів, трафік);
- рівень ризиків реалізації (інфляція, доступ до ресурсів, військові загрози);
- просторова прив'язка (GPS-координати, район, громада).

Інформацію доцільно акумулювати в електронному вигляді з використанням цифрових форматів, що дозволяє в подальшому інтегрувати дані

до інструментів візуалізації (Power BI, ArcGIS, QlikView), аналітичних моделей та баз даних.

1.3. Інформаційна перевірка та валідація. Зібрана інформація має пройти перевірку на повноту, актуальність та достовірність. Це передбачає: звірку з реєстрами тендерів (наприклад, ProZorro); технічними паспортами об'єктів; GIS-картами об'єктів дорожньої інфраструктури; звітами контролюючих органів (наприклад, Державна аудиторська служба України). За результатами перевірки проводиться первинне ранжування за ступенем актуальності та технічної готовності, виключаються дублікати або неактуальні записи.

1.4. Класифікація проєктів за типом. Залежно від цілей дорожнього будівництва, проєкти класифікуються на:

- капітальні ремонти існуючих об'єктів;
- поточні ремонти та утримання;
- будівництво нових доріг;
- мости, естакади, тунелі;
- розв'язки, з'їзди, об'їзні дороги;
- цифровізація та інтелектуальні транспортні системи (ІТС).

Ця класифікація дозволяє застосовувати різні логіки сортування та визначати групи з подібною структурою витрат, тривалістю реалізації, екологічним впливом.

1.5. Інтеграція з геоінформаційною системою. Особливо актуальним є створення інтерактивної просторової карти всіх проєктів. Це дозволяє візуально оцінити: щільність проєктів у регіонах; дублювання функцій; створення інфраструктурних кластерів; необхідність логістичної синергії. Впровадження GIS-рішень дозволяє переходити від табличного аналізу до територіального планування, що є критично важливим у контексті відновлення зруйнованої інфраструктури.

1.6. Формування «портфельної карти». На основі каталогізованих проєктів формується так звана портфельна карта, яка демонструє: кількісний розподіл проєктів за типами; загальний бюджет потреб; прогноз ефективності; рівень

ризиків; потенційну черговість реалізації. Ця карта стає основою для ухвалення рішень щодо вибору стратегії сортування та дозволяє керівництву структурувати бачення майбутнього розвитку дорожньої галузі.

Етап 2. Призначення стратегій сортування.

Після завершення процесу ініціалізації та каталогізації проектів наступним важливим етапом є визначення логіки їх упорядкування, тобто призначення стратегії або комбінації стратегій сортування проектів у портфелі. Ефективність цього етапу визначає не лише загальну послідовність реалізації, але й здатність портфеля адаптуватися до змін зовнішнього середовища, політичних пріоритетів, фінансових обмежень і технічних умов.

Призначення стратегій сортування базується на концептуальній моделі формування портфелів проектів в галузі дорожнього будівництва, що наведена у підрозділі 2.2 [2], зокрема полягає у перенесенні принципів управління запасами, до практики формування портфеля проектів. У центрі цієї логіки знаходиться аналіз параметрів кожного проекту, що дозволяють оцінити його вартість, терміновість, ступінь готовності та цінність з погляду державної або місцевої політики розвитку.

2.1. Загальна характеристика стратегій. Пропонується використання чотирьох базових стратегій, що демонструють різну логіку розстановки проектів [1]:

1) FIFO (First In, First Out) – стратегію, за якою пріоритет отримують проекти, які були ініційовані першими. Вона дозволяє завершити «завислі» ініціативи, уникнути втрати ефективності вкладених ресурсів, розвантажити старі зобов'язання;

2) LIFO (Last In, First Out) – передбачає реалізацію найновіших ініціатив, що часто відповідають на поточні загрози (наприклад, пошкодження доріг внаслідок бойових дій) або нові державні пріоритети (евакуаційні маршрути, логістика оборони);

3) FEFO (First Expired, First Out) – ґрунтується на термінах дії дозволів, фінансування чи погоджень. Підходить для уникнення втрат через анулювання

експертиз, втрату грантового або бюджетного фінансування, неактуальність погоджень;

4) FIFO (Highest In, First Out) – орієнтована на максимізацію економічного або соціального ефекту. Проекти з найвищою очікуваною вигодою, індексом трафіку, кількістю бенефіціарів або стратегічною вартістю реалізуються першими.

2.2. Критерії вибору стратегії, вибір якої або їхньої комбінації залежить від (табл. 3.1):

- фінансової ситуації: за дефіциту коштів логічним є FIFO, щоб кожна вкладена гривня приносила максимальну вигоду;
- наявності зовнішнього фінансування: для грантів чи позик – FEFO;
- воєнного або надзвичайного стану: LIFO дозволяє реагувати на нові критичні потреби;
- стабільної реалізації довгострокових програм: у цьому випадку переважає логіка FIFO;
- технологічної та технічної готовності: якщо проект уже пройшов експертизу та має підрядника, може застосовуватись FEFO або FIFO.

Таблиця 3.1. Умови реалізації стратегій формування портфелю проектів у галузі дорожнього будівництва

Умови	Рекомендована стратегія	Коментар
Хронічне недофінансування	FIFO	Максимізація ефективності витрат
Строки дії дозволів спливають	FEFO	Мінімізація ризику втрати погоджень
Програма реалізується 3-5 років	FIFO	Завершення розпочатого
Реакція на кризи (війна, стихія)	LIFO	Пріоритет нових критичних об'єктів
Сезонне виконання робіт	FEFO + FIFO	Максимум результату в короткі строки

2.3. Комбінування стратегій. Реальні умови часто не дозволяють обрати лише одну логіку, тому важливо передбачити можливість комбінування стратегій у межах єдиного портфеля. Наприклад:

1) FEFO + HIFO – дозволяє одночасно враховувати терміни чинності дозволів і максимальну вигоду;

2) FIFO + LIFO – для розмежування об'єктів за типами (капітальні ремонти – FIFO, нові розв'язки – LIFO);

3) FEFO + FIFO + HIFO – у проектах із великим обсягом пропозицій, наприклад на рівні всієї області.

Комбінації можуть бути реалізовані у вигляді фільтрів або вагових коефіцієнтів у програмному забезпеченні, наприклад, у таблиці Excel або в ERP-системі можливо задати функцію (3.1):

$$Score = 0.3 \cdot T_s + 0.4 \cdot V_e + 0.3 \cdot K_d, \quad (3.1)$$

де $Score$ – рейтинг проекту;

0.3, 0.4, 0.3 – вагові коефіцієнти встановлюються експертами, наприклад менеджером проекту.

T_s – прогнозована тривалість проекту, дн.;

V_e – прогнозований прибуток проекту, грн.;

K_d – прогнозована кількість задач проекту, шт.

2.4. Інституційна відповідальність. Для прозорого та ефективного вибору стратегії потрібно призначити відповідальних осіб або структурні підрозділи, наприклад:

– Міністерство інфраструктури – встановлює рамкову політику та базові критерії;

– місцеві органи самоврядування – адаптують стратегії до умов регіону;

– Укравтодор – забезпечує технічну перевірку доцільності;

– цифрові підрядники – налаштовують алгоритми сортування в електронних системах.

2.5. Документальне оформлення. Вибір стратегії та її обґрунтування мають бути зафіксовані у протоколах, управлінських записках або дорожніх картах. Це забезпечує:

- відповідальність за прийняті рішення;
- можливість аудиту або експертного аналізу;
- прозорість для громадськості та донорів.

2.6. Верифікація вибраної стратегії. Перед застосуванням обраної стратегії або комбінації проводиться моделювання сценаріїв [6]: оцінюються альтернативні варіанти реалізації портфеля, порівнюються ефекти, вплив на дорожню мережу, бюджетне навантаження, соціальна результативність. При потребі – коригується логіка сортування, змінюються коефіцієнти або вводяться нові критерії (наприклад, воєнна важливість).

Етап 3. Формування логіки управління портфелем.

Після здійснення каталогізації проєктів та вибору відповідної стратегії або комбінації стратегій сортування, наступним кроком у процесі формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва є розробка та формалізація логіки управління ним. Цей етап має важливу значення, оскільки саме на його основі визначається структура, черговість та правила реалізації проєктів, а також підходи до прийняття рішень у ситуаціях, що характеризуються високим ступенем динаміки та невизначеності. Підґрунтям для реалізації цього етапу є математична модель формування портфелю проєктів у галузі дорожнього будівництва, що наведена у підрозділі 2.3. цього дисертаційного дослідження.

Управління портфелем передбачає не просто відбір проєктів для реалізації, а їх раціональне групування, визначення черговості запуску, планування поетапності, урахування ризиків і обмежень, а також забезпечення відповідності стратегічним цілям галузі або регіону.

3.1. Визначення управлінських цілей. Формування логіки управління портфелем розпочинається з чіткого визначення цілей управління. Вони можуть бути різними залежно від масштабу управління, ресурсної забезпеченості, актуальних викликів, зокрема:

- ціль 1. Забезпечення безперервності дорожньої інфраструктури;
- ціль 2. Мінімізація втрат у разі невикористання дозволів або фінансування;
- ціль 3. Максимізація соціально-економічного ефекту;
- ціль 4. Забезпечення мобільності в умовах воєнного стану;
- ціль 5. Пріоритетне відновлення критично важливих об'єктів.

Кожна мета може мати індикатори результативності, наприклад, «відсоток проєктів, реалізованих у межах термінів дії документації», «середній обсяг трафіку на відремонтованих ділянках» тощо.

3.2. Формування управлінської моделі портфеля проєктів. Модель управління портфелем включає: структурування проєктів за рівнями пріоритетності; формування хвиль або фаз реалізації; встановлення правил переходу між фазами (наприклад, після завершення погоджень, надходження коштів, усунення загроз); визначення точок контролю (контрольні етапи зворотного зв'язку – checkpoints).

Найпоширенішими підходами до управлінської структуризації портфеля є:

- 1) трисекційна модель (Tier I / Tier II / Tier III), де Tier I – проєкти критичної важливості (наприклад, мости), Tier II – середньостратегічні (об'їзні дороги), Tier III – відновлення менш завантажених ділянок;
- 2) фазна модель (Phase 1 / 2 / 3) – проєкти розподіляються відповідно до часу старту;
- 3) поточна vs. перспективна сітка – ділення на ті, що реалізуються негайно, та ті, що вимагають додаткової підготовки.

3.3. Врахування фінансових обмежень. Одним із головних обмежень логіки управління є доступність фінансових ресурсів. Саме тому логіка управління має включати: встановлення бюджетних меж для кожної фази; розрахунок сумарної вартості проєктів у межах бюджету; аналіз BCR (Benefit-Cost Ratio) – проєкти з найвищим BCR мають пріоритет.

У випадку дефіциту бюджету застосовується адаптивна логіка скорочення портфеля, наприклад, виключення проєктів Tier III або відтермінування Phase 3.

3.4. Механізм адаптивності. Сучасне середовище галузі дорожнього будівництва характеризується високим ступенем нестабільності. Саме тому логіка управління повинна мати адаптивну структуру, яка дозволяє:

- переміщувати проєкти між фазами або тирами;
- змінювати пріоритети у відповідь на політичні чи безпекові загрози;
- виключати/включати проєкти в режимі реального часу.

Для цього варто застосовувати методи сценарного моделювання, наприклад:

- сценарій «повномасштабного дефіциту бюджету»;
- сценарій «позапланового міжнародного гранту»;
- сценарій «пошкодження об'єкта внаслідок бойових дій».

3.5. Алгоритм реалізації логіки управління:

Крок 1. Групування проєктів за визначеними стратегіями (наприклад, FEFO або FIFO).

Крок 2. Формування портфельних блоків (Tier I, II, III).

Крок 3. Визначення контрольних точок для моніторингу (KPIs).

Крок 4. Узгодження блоків з бюджетом і термінами реалізації.

Крок 5. Запуск першої хвилі, з подальшим аналізом і коригуванням портфеля.

3.6. Інформаційно-аналітична підтримка. Для реалізації логіки управління портфелем проєктів доцільно використовувати цифрові інструменти:

- ERP-системи – для фінансового планування;
- GIS-платформи – для візуалізації об'єктів на мапі;
- BI-системи (Business Intelligence) – для аналізу вартості, ефективності, ризиків;

– Trello, Jira, MS Project – для моніторингу та оперативного управління портфелем проєктів.

Ці інструменти дозволяють формалізувати логіку, відслідковувати відхилення та забезпечити прозорість для зовнішніх аудиторів і донорів.

Приклад реалізації логіки управління. У межах обласної програми з розвитку транспортної інфраструктури на 2025 рік сформовано портфель з 28

проектів. Після аналізу прийнято рішення використовувати комбінацію FEFO + FIFO. Усі проекти були розділені на три хвилі:

перша хвиля: 8 проектів з дозволами, що спливають, і вартістю понад 50 млн грн кожен;

друга хвиля: 10 середніх проектів із високим трафіком;

третья хвиля: 10 проектів меншої важливості, відкладені на наступний рік.

В результаті область змогла ефективно реалізувати пріоритетні ініціативи, зекономити 12% бюджету та забезпечити звітність перед донорами.

Етап 4. Ранжування проектів.

Це основний етап формування портфеля, який полягає в упорядкуванні дорожньо-будівельних ініціатив відповідно до обраної стратегії або комбінації стратегій. Метою цього етапу є визначення послідовності реалізації проектів на основі об'єктивних критеріїв та встановлених пріоритетів, що відповідають стратегічним, фінансовим і соціальним цілям інфраструктурного розвитку.

Ранжування дає змогу уникнути конфліктів у розподілі ресурсів, мінімізувати ризики втрати фінансування або термінів дії документації, а також підвищити загальну ефективність використання наявного бюджету та людських ресурсів.

1.1. Принципи ранжування. Ранжування базується на таких принципах:

- об'єктивність – кожен проект оцінюється за єдиною системою критеріїв;
- прозорість – логіка ранжування фіксується і доступна для контролюючих органів;
- гнучкість – можливість адаптації до нових умов, змін у стратегії;
- мультикритеріальність – проекти оцінюються не за одним, а за кількома взаємопов'язаними параметрами;
- рівність доступу – усі проекти, незалежно від географічного розташування чи статусу замовника, мають можливість бути оціненими на однакових умовах.

1.2. Вибір критеріїв ранжування проектів у портфелі. Залежно від цілей управління портфелем, критерії можуть мати різні вагові коефіцієнти.

Основні критерії ранжування проєктів у дорожньому будівництві наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Основні критерії ранжування проєктів портфеля в галузі дорожнього будівництва

№	Критерій	Опис
1	Дата ініціації	Визначає хронологічний порядок (важливо для FIFO)
2	Термін дії дозволів	Важливий для FEFO, дозволяє уникнути втрати чинності
3	Орієнтовна вартість	Визначає масштаб проєкту (актуально для HIFO)
4	Очікуваний соціальний ефект	Наприклад, вплив на кількість населення, яке користується дорогою
5	Стратегічна важливість	Наприклад, розташування біля важливих об'єктів: лікарні, логістичні хаби
6	Готовність проєктної документації	Чи є експертиза, підрядники, ТЕО
7	Прив'язка до воєнних або надзвичайних потреб	Особливо актуально під час війни

1.3. Моделі та інструменти ранжування. Для ранжування можуть застосовуватись як прості, так і складні аналітичні моделі:

1.3.1. Просте табличне ранжування. Створюється таблиця з проєктами та їх показниками.

За кожним критерієм виставляється бал (наприклад, від 1 до 10).

Підсумовується загальний бал – формується черговість.

1.3.2. Багатокритеріальне ранжування (MCDM).

Методика на основі АНР, SMART або TOPSIS, де:

- кожному критерію надається ваговий коефіцієнт;
- формується вектор пріоритетів;
- будується рейтинг проєктів із врахуванням ваг.

1.3.3. Автоматизоване ранжування.

Інтеграція з ERP, Excel VBA, Power BI або спеціалізованими програмами (наприклад, SAP Portfolio Management) дозволяє:

- сортувати проекти динамічно;
- фільтрувати за будь-якими параметрами;
- будувати графіки пріоритетності.

1.4. Побудова пріоритетних блоків.

Замість суцільного списку проектів доцільно створювати пріоритетні блоки проектів або категорії проектів, які допомагають оптимізувати управління, наприклад:

Tier I – критичні проекти, реалізація – негайна;

Tier II – проекти, що можуть бути реалізовані в середньостроковій перспективі;

Tier III – проекти перспективного розвитку або низької готовності.

Таке ранжування дозволяє:

- керувати портфелем поетапно;
- планувати бюджети на хвилі проектів;
- уникати перевантаження виконавчих структур.

1.5. Візуалізація результатів ранжування.

Після ранжування дані подаються у вигляді:

- таблиць із пріоритетними рангами;
- графіків важливості / впливу (наприклад, діаграма Парето);
- теплових карт (heat maps) за пріоритетністю або географією;
- мап-схем портфеля на основі GIS (ArcGIS, QGIS).

Це забезпечує швидке розуміння стану портфеля як керівниками, так і технічними фахівцями.

1.6. Коригування ранжування.

Ранжування – не статичне рішення. У процесі реалізації або після змін у законодавстві, бюджеті, загрозах – черговість може змінюватися. Для цього передбачено:

- планові ревізії портфеля (щоквартальні / піврічні);
- механізм ручного переміщення проектів між рівнями;
- сценарне моделювання альтернативних послідовностей.

Приклад практичного ранжування. В рамках проєкту відновлення транспортної мережі однієї з прикордонних областей після активних бойових дій було проаналізовано 32 проєкти. Після оцінки за критеріями: термін дії дозволу, вартість, соціальна важливість та ризики – сформовано рейтинг.

Результати:

10 проєктів потрапили до Tier I (високий трафік, спливає дозвіл, є проєктна документація);

12 – до Tier II (важливі, але потребують коригування документації);

10 – до Tier III (низька завантаженість, слабкий ефект).

Це дозволило заощадити кошти, зосередити ресурси на критично важливих ділянках та забезпечити логістику військових і гуманітарних потреб.

Етап 5. Затвердження портфеля.

Після завершення етапів ініціалізації, призначення стратегій, формування логіки управління та ранжування проєктів здійснюється один із найважливіших кроків у процесі формування портфеля – його затвердження. Цей етап відіграє роль формального й організаційного завершення підготовчої частини управління портфелем, закріплюючи ухвалені управлінські рішення, розподіл відповідальності та механізми реалізації. Затвердження портфеля також забезпечує правову підставу для використання бюджетних коштів, старту будівельно-монтажних робіт, залучення підрядників та початку тендерних процедур.

5.1. Інституційна структура затвердження. Процес затвердження портфеля залежить від рівня управління (державний, регіональний або місцевий), типу проєктів та джерел їх фінансування. В Україні, згідно з чинним законодавством, ключовими учасниками процесу затвердження виступають:

- Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України (Мінрозвитку) – визначає національні пріоритети, затверджує державні програми розвитку доріг загального користування;

- Служба відновлення та розвитку інфраструктури в областях – відповідає за підготовку регіональних пропозицій та формування проєктних списків;

- Місцеві органи самоврядування (ОВА, міські ради) – погоджують або ініціюють проекти місцевого значення, забезпечують співфінансування;
- Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор) – координує проекти державного значення, контролює їх реалізацію;
- Міжнародні партнери (ЄІБ, Світовий банк, ЛСА тощо) – погоджують портфелі у межах надання цільового фінансування або грантів.

У результаті міжвідомчої координації формується погоджений список пріоритетних проектів, який набуває статусу офіційного плану реалізації.

5.2. Формати затвердження портфеля може здійснюватися в різних формах:

- рішенням колегіального органу (наприклад, міжвідомчої комісії);
- наказом або розпорядженням керівника органу управління;
- включенням до Програми соціально-економічного розвитку території;
- затвердженням у складі бюджетного запиту / паспорту бюджетної програми;
- укладенням міжінституційної угоди або меморандуму з міжнародними донорами.

Форма залежить від масштабів портфеля, джерел фінансування та рівня зацікавлених сторін.

5.3. Погодження фінансування та джерел ресурсів. Одночасно із затвердженням проектів відбувається конкретизація джерел фінансування, зокрема:

- розподіл державних субвенцій;
- погодження обсягів місцевого співфінансування;
- підтвердження траншів з міжнародних організацій;
- визначення обсягів матеріальних, кадрових і логістичних ресурсів;
- погодження планів тендерних закупівель та графіків залучення підрядників.

Цей процес дозволяє створити ресурсну модель портфеля, в якій кожному проекту відповідає конкретний фінансовий, організаційний і часовий план.

5.4. Визначення відповідальних за реалізацію. Окрім погодження переліку проектів, портфель має містити дані про:

- відповідальні органи управління реалізацією (центральні чи регіональні);
- розпорядників бюджетних коштів;
- генеральних підрядників або претендентів на тендери;
- механізми звітності та контролю ефективності.

Це дозволяє усунути дублювання функцій, чітко розподілити відповідальність та встановити систему KPI для кожної одиниці управління.

5.5. Оприлюднення та комунікація. Затверджений портфель має бути оприлюднений через:

- офіційні сайти державних і місцевих органів;
- публічні інформаційні панелі;
- інтерактивні карти у форматі GIS;
- звіти до міжнародних партнерів та донорських структур.

Це дозволяє громадськості, бізнесу, експертному середовищу здійснювати незалежний моніторинг та участь у реалізації.

5.6. Правове закріплення процедур. Для забезпечення легітимності затвердження портфеля доцільно:

- ухвалити локальний нормативний акт (наприклад, «Регламент формування та затвердження портфеля проектів дорожньої інфраструктури»);
- передбачити положення про зміну або оновлення портфеля;
- передбачити відповідальність за зрив термінів, неефективне використання коштів, ігнорування стратегічних показників.

Таким чином, затвердження перетворюється на керований та контрольований процес із правовим забезпеченням.

Приклад реалізації. У 2024 році Львівська область реалізувала процес затвердження портфеля з 42 інфраструктурних проектів, відібраних за принципами NIFO та FEFO. Було проведено погодження з обласною радою, укладено 4 угоди з донорами та внесено зміни до обласного бюджету. Після

затвердження опубліковано інтерактивну карту з зазначенням кожного проєкту, його бюджету, термінів реалізації та відповідальних.

Результат – 100% реалізація проєктів Tier I, підвищення довіри донорів та запровадження щоквартальної звітності у відкритому форматі.

Етап 6. Динамічна ревізія.

Управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва не обмежується разовим формуванням його структури та затвердженням. У реальних умовах функціонування інфраструктурної галузі – з високою динамікою законодавчих змін, економічних коливань, бюджетних обмежень, впливом воєнних або надзвичайних ситуацій – особливого значення набуває динамічна ревізія портфеля проєктів. Цей етап забезпечує адаптивність, гнучкість і стійкість управлінських рішень.

7.1. Суть та мета динамічної ревізії. Під динамічною ревізією розуміється регулярне або ситуативне оновлення складу, структури, черговості або параметрів проєктів у портфелі, яке здійснюється на підставі нових даних, змін у середовищі або внутрішніх факторів. Метою є забезпечення того, щоб портфель постійно залишався актуальним, релевантним та відповідав стратегічним, фінансовим і соціальним цілям держави або регіону.

7.2. Основні тригери для перегляду портфеля. Динамічна ревізія ініціюється у разі виникнення одного або кількох наступних факторів:

- зміна обсягів фінансування (зменшення або збільшення бюджету);
- поява нових джерел ресурсів (міжнародна допомога, державні субвенції);
- зміна законодавства або процедур (тендерних, дозвільних, екологічних);
- фізичне знищення або пошкодження об'єктів унаслідок бойових дій;
- втрата чинності дозвільної документації;
- поява нових соціально важливих запитів (наприклад, створення коридорів евакуації);
- форс-мажорні обставини (повені, зсуви, екологічні катастрофи).

7.3. **Форми динамічної ревізії**, яка може залежати від обставин та може мати:

- плановий характер – передбачена у регламенті, наприклад щоквартально або щопіврічно;
- ситуаційний характер – в екстрених випадках (воєнна загроза, гуманітарна криза);
- оперативний характер – з ініціативи органу управління, виконавця або аудитора.

7.4. Процедура проведення динамічної ревізії містить кілька логічних кроків:

крок 1. Моніторинг зовнішнього середовища. Збір оперативної інформації про зміни у правовому, фінансовому, безпековому та технічному полі. Для цього використовуються: офіційні звіти та аналітичні довідки; GIS-дані про пошкодження або розриви транспортної мережі; інформація від підрядників, місцевих адміністрацій, служб реагування.

крок 2. Аналіз актуальності проектів. Оцінюється: чи залишаються проекти стратегічно виправданими; чи мають вони чинну документацію; чи змінено пріоритети у державній політиці; чи доцільна їх реалізація у нових умовах.

крок 3. Перерахунок балів / коефіцієнтів. У разі зміни ситуації (наприклад, вплив терміну дозволу або підвищено важливість певної дороги) здійснюється перерахунок показників ранжування, оновлення балів у таблицях, перегляд місця в портфельній структурі.

крок 4. Ротація проектів між категоріями: проекти можуть переміщатися з Tier II до Tier I, якщо зростає їх значущість; проекти, реалізація яких стає неможливою, виключаються або заморожуються; нові проекти можуть бути включені до портфеля за прискореною процедурою (наприклад, при форс-мажорах).

крок 5. Узгодження змін, які потребують: погодження з відповідними управлінськими або наглядовими органами; оновлення графіків фінансування,

планів закупівель, договорів з підрядниками; формування додатків до бюджету або відповідних регламентів.

7.5. Інструменти підтримки ревізії. Для забезпечення ефективності динамічного управління портфелем використовуються:

- BI-системи (Power BI, Qlik, Tableau) – для візуалізації змін;
- ERP / PPM-системи (SAP, MS Project) – для оновлення графіків та ресурсів;
- CRM / електронний документообіг – для оформлення погоджень і змін;
- GIS-платформи – для картографічного відображення поточних і змінених об’єктів.

7.6. Адаптація сценарного моделювання. Ревізія також повинна враховувати альтернативні сценарії:

- «ускорення фінансування» – активація резервних проєктів;
- «зменшення обсягів» – тимчасове припинення другої/третьої хвилі;
- «зміна стратегії» – переключення з FEFO на FIFO, наприклад.

Таке моделювання дозволяє не лише реагувати, але й проактивно планувати потенційні зміни у портфелі.

7.7. Документальне оформлення та звітність, зокрема: актами або протоколами засідань комісій; змінами до наказів, бюджетів, програм; щоквартальними звітами про зміни.

Це дозволяє зберігати юридичну послідовність управлінських рішень і забезпечує прозорість для зовнішніх стейкхолдерів, донорів, громадян.

Приклад застосування динамічної ревізії. У червні 2023 року Сумська ОВА провела ревізію портфеля з 18 проєктів, сформованих на початку року. Внаслідок нових руйнувань через обстріли та обмеження по бюджету, було:

- виключено 3 проєкти Tier III;
- включено 2 нові проєкти з евакуаційного коридору;
- змінено черговість у 6 проєктах;
- погоджено новий графік фінансування;
- оновлено інтерактивну карту портфеля.

Це дозволило зберегти ефективність реалізації і підтвердити доцільність використання міжнародних траншів.

Отже, було розроблено та обґрунтовано поетапний метод формування портфеля проектів у галузі дорожнього будівництва, що базується на адаптації логістичних стратегій FIFO, LIFO, FEFO та HIFO до умов інфраструктурного планування. Запропонований підхід дозволяє вирішити одразу кілька важливих завдань управління портфелем проектів: забезпечити стратегічну узгодженість проектів, раціоналізувати використання обмежених ресурсів, знизити ризики втрати фінансування чи дозвільної документації, а також підвищити прозорість процесів ухвалення рішень. Перевагами методу є можливість інтеграції з цифровими аналітичними системами (ERP, GIS, BI); забезпечення гнучкої адаптації портфеля до змін зовнішнього середовища; застосування прозорих критеріїв оцінки ефективності проектів; створення інституційної основи для контролю, звітності та аудиту.

Таким чином, запропонований метод може бути застосований як на національному, так і на регіональному рівнях управління дорожнім будівництвом. Він становить цілісну систему управлінських дій, що сприяє підвищенню ефективності реалізації проектів дорожньої інфраструктури, особливо в умовах післявоєнного відновлення, обмеженого фінансування та стратегічної необхідності забезпечення мобільності населення і економіки.

3.2. Метод управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва

Після формування портфеля проектів, що наведено у підрозділі 3.1, наступним важливим завданням є забезпечення ефективного управління цим портфелем на етапі його реалізації. В умовах складного та нестабільного зовнішнього середовища, притаманного сфері дорожнього будівництва в Україні, управління має бути динамічним, адаптивним та системним. Забезпечення узгодженості проектів, контроль за виконанням робіт, своєчасне реагування на

зміни та системна оцінка ефективності є основними передумовами для досягнення цілей державної інфраструктурної політики.

Управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва на етапі реалізації має на меті забезпечення узгодженого, ефективного та стратегічно обґрунтованого виконання комплексу інфраструктурних ініціатив. З цієї точки зору портфель виступає не просто сукупністю окремих проєктів, а системною структурою, яка повинна функціонувати як єдине ціле. Основне завдання управління полягає у забезпеченні реалізації кожного проєкту в межах встановлених часових, фінансових, правових і технологічних обмежень, із досягненням очікуваного результату.

Успішне управління портфелем дозволяє державі або регіону реалізовувати довгострокову інфраструктурну політику, адаптуватися до змін зовнішнього середовища, підвищити рівень прозорості в ухваленні рішень, а також забезпечити стабільне функціонування транспортної мережі навіть в умовах нестабільності (економічної, політичної, безпекової). Зважаючи на це, автором пропонується метод управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва (рис. 3.2.) [7, 8]:

1. Ініціація портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва.

На цьому етапі відбувається офіційне визнання необхідності управління дорожніми проєктами у форматі портфеля. Формується ініціативна група або призначається відповідальний орган, визначаються межі портфеля, його орієнтовна структура та джерела фінансування. Цей етап також передбачає попередню оцінку масштабів завдань, територіального охоплення та ключових викликів, які впливатимуть на реалізацію.

2. Наповнення інформаційної бази управління портфелем проєктів.

Здійснюється акумуляція повної інформації про кожен проєкт, що потенційно входить до портфеля: його технічні параметри, джерела фінансування, стадія реалізації, географія, дозвільна документація, ризики та соціальний ефект. Дані збираються у стандартизованому форматі, з можливістю подальшої автоматичної обробки, наприклад, Power BI, Excel, Qlik.

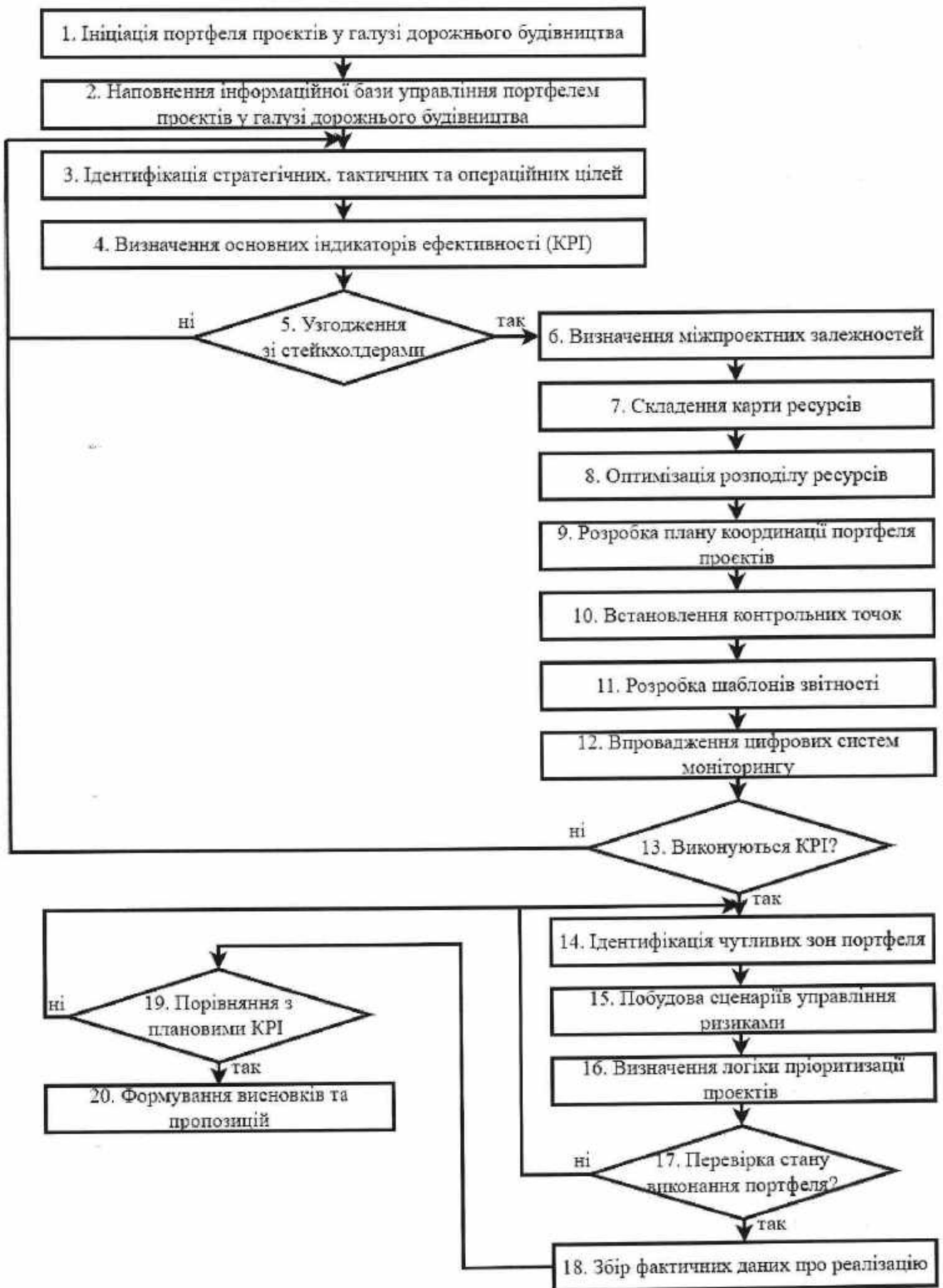


Рис. 3.2. Метод управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва
[розроблено автором]

3. Ідентифікація стратегічних, тактичних та операційних цілей.

Потрібно чітко визначити, чого саме має досягти управління портфелем: на стратегічному рівні (розбудова інфраструктури регіону), тактичному (досягнення планів року) та операційному (ефективне використання техніки чи фінансів на певній ділянці). Визначені цілі повинні бути взаємопов'язані та послідовно підпорядковані одна одній. Це дозволяє забезпечити прозорість управління та цілеспрямоване розподілення ресурсів.

4. Визначення ключових індикаторів ефективності (КРІ).

КРІ – це вимірювані показники, які дозволяють оцінити, наскільки реалізація проєктів відповідає поставленим цілям. До прикладу: відсоток виконання робіт, кількість відремонтованих кілометрів доріг, обсяг залученого фінансування або зменшення часу поїздок. Визначення КРІ має базуватися на принципі SMART, бути узгодженим зі стейкхолдерами та використовуватися на всіх етапах моніторингу.

5. Узгодження зі стейкхолдерами?

Результати попередніх етапів мають бути представлені для узгодження всім ключовим зацікавленим сторонам: органам влади, громадам, підрядникам, донорам. Узгодження забезпечує прозорість, підтримку на місцях і зниження ризиків у процесі реалізації портфеля. Якщо стейкхолдери не підтримують цілі чи КРІ, то слід повернутися до пункту 3 для коригування, а якщо підтримують, то перехід до пункту 6.

6. Визначення міжпроєктних залежностей.

На цьому етапі аналізуються взаємозв'язки між проєктами в межах портфеля: технічні (один проєкт є продовженням іншого), логістичні (спільне використання техніки), фінансові (спільні джерела фінансування) чи нормативні (дозвільні документи для одних проєктів обумовлюють інші). Визначення таких залежностей дозволяє уникати дублювання робіт, перевантаження ресурсів і затримок. Створюється матриця залежностей, яка буде врахована під час планування реалізації.

7. Складання карти ресурсів.

Цей підпункт передбачає інвентаризацію усіх доступних ресурсів: технічних, людських, фінансових та інформаційних. Наприклад, обраховується кількість бригад, машин, лабораторій, доступних обсягів коштів і часових вікон для роботи. Створюється аналітична карта ресурсів у розрізі регіонів і строків, яка слугуватиме основою для подальшого планування розподілу.

8. Оптимізація розподілу ресурсів.

На основі карти ресурсів здійснюється планування графіка виконання робіт із урахуванням обмежень, тобто коли і які ресурси можна використати без конфліктів між проектами. При цьому застосовуються моделі і методи оптимізації (лінійне програмування) та візуальне планування, які дозволяють максимізувати корисність ресурсів і зменшити простой. У результаті формується календарно-ресурсна модель реалізації портфеля.

9. Розробка плану координації портфеля проектів.

Координаційний план фіксує правила взаємодії між учасниками портфеля проектів: обмін даними, погодження рішень, використання спільних інструментів і процедур. Він включає частоту нарад, відповідальних осіб, канали комунікації та алгоритми реагування на зміну обставин. Такий план дозволяє уникати хаотичних дій та дублювання функцій між виконавцями.

10. Встановлення контрольних точок (milestones).

Контрольні точки – це основні події, віхи або результати, які мають бути досягнуті у певні строки (наприклад, завершення проектування, старт будівництва, введення в експлуатацію). Вони дозволяють здійснювати моніторинг динаміки реалізації, виявляти відставання та вчасно вживати коригуючі дії. Контрольні точки відображаються у графіках Ганта, звітах про реалізацію і служать базою для управлінських рішень.

11. Розробка шаблонів звітності.

Для забезпечення уніфікованого збору інформації про стан реалізації проектів необхідно створити стандартизовані форми звітності. Шаблони повинні охоплювати основні аспекти – фінансове використання, дотримання графіка, досягнення технічних результатів, оцінку ризиків. Це дозволяє систематизувати

інформацію, забезпечити прозорість та підвищити об'єктивність прийняття управлінських рішень. Звіти формуються регулярно й можуть бути адаптовані до цифрових систем контролю.

12. Впровадження цифрових систем моніторингу.

Цей етап передбачає використання інформаційно-аналітичних платформ (наприклад, Power BI, Qlik, ArcGIS) для візуалізації, збору та аналізу даних у реальному часі. Цифрові рішення дозволяють оперативно відслідковувати прогрес виконання робіт, визначати проблемні зони, моделювати сценарії змін. Вони також забезпечують доступ усіх учасників до актуальної інформації, знижуючи ризики інформаційної ізоляції. Важливою перевагою є можливість інтеграції з базами даних та картографічними сервісами.

13. Виконуються KPI?

Після запуску моніторингу проводиться аналіз фактичних результатів реалізації проєктів у порівнянні з раніше встановленими KPI. Якщо показники досягаються, управління продовжується за поточним планом, тобто перехід до пункту 14. Якщо ж зафіксовані суттєві відхилення, портфель потребує корекції, що передбачає повернення до етапу постановки цілей (пункт 3) та перегляду KPI, логіки реалізації, пріоритетів. Такий підхід забезпечує гнучкість і адаптивність управління.

14. Ідентифікація чутливих зон портфеля.

На цьому етапі визначаються проєкти або елементи, реалізація яких найбільше залежить від зовнішніх або внутрішніх факторів ризику – це можуть бути погодні умови, ситуація в зоні бойових дій, ціни на матеріали, тендерні затримки тощо. Такі зони є «точками концентрації ризику», і потребують особливої уваги. Визначення цих точок дозволяє сконцентрувати управлінські зусилля та створити умови для проактивного реагування.

15. Побудова сценаріїв управління ризиками.

У відповідь на визначені чутливі зони розробляються альтернативні сценарії дій. Наприклад, у разі затримки з фінансуванням запускається резервна схема етапності реалізації, при загрозі блокування транспортних маршрутів –

перенесення робіт на інші ділянки. Кожен сценарій має мати чіткі умови запуску, необхідні ресурси та очікувані результати. Це забезпечує стійкість портфеля до дестабілізації та непередбачених змін.

16. Визначення логіки пріоритизації проєктів.

Цей етап передбачає формування чіткої логіки, яка регламентує, які проєкти реалізуються першими, які можуть бути відтерміновані, а які заморожені або замінені. Застосовуються адаптовані логістичні підходи: FIFO (черговість за датою ініціації), LIFO (реакція на останні потреби), FEFO (реалізація проєктів із найближчим терміном дії документації), NIFO (пріоритет найдорожчим і найвпливовішим проєктам). Це забезпечує об'єктивне ранжування та підвищує ефективність використання ресурсів.

17. Перевірка стану виконання портфеля?

Регулярно здійснюється аналіз загального стану реалізації всього портфеля: чи досягаються цілі, чи дотримуються графіки, чи зберігається узгодженість між проєктами. Якщо все відповідає очікуванням, управління продовжується за планом, тобто відбувається перехід до пункту 18. Якщо ні, то відбувається повернення до пункту 14, що передбачає повторну ідентифікацію чутливих зон і оновлення ризик-сценаріїв. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни та мінімізувати негативні наслідки.

18. Збір фактичних даних про реалізацію.

Проводиться систематичне документування всіх дій, змін, витрат, результатів у межах кожного проєкту. Дані можуть включати фотофіксацію, супутниковий моніторинг, фінансові документи, відгуки громадян. Важливо, щоб цей процес був цифровізований і стандартизований для подальшого аналізу. Такий підхід створює інформаційну базу для прийняття рішень.

19. Порівняння з плановими KPI.

На цьому етапі виконується аналіз фактичних результатів реалізації проєктів у межах портфеля шляхом порівняння з попередньо встановленими ключовими індикаторами ефективності. Метою є визначення рівня досягнення

цільових показників, оцінка відповідності витрат, термінів та технічних результатів очікуванням.

У разі відповідності фактичних даних плановим KPI, то реалізація портфеля проєктів завершена та відбувається перехід до пункту 20. Якщо ж виявлено відхилення, то необхідно повернутися до пункту 14 з метою уточнення ризиків, сценаріїв управління та, за потреби, перегляду пріоритетів.

20. Формування висновків і пропозицій.

У фіналі формується аналітичний звіт про реалізацію портфеля, в якому фіксуються основні уроки, рекомендації для подальших періодів, висновки щодо системних проблем та можливостей удосконалення. Цей підсумок стає підґрунтям для наступного циклу управління портфелем. Він також може бути використаний у стратегічному плануванні галузі на національному рівні.

Таким чином, ефективне управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва на етапі реалізації передбачає не лише слідування за графіками та кошторисами, але й активну взаємодію між учасниками, гнучке реагування на змінні обставини, інтеграцію цифрових інструментів моніторингу та глибоку оцінку досягнутих результатів. Запропонований метод базується на поєднанні стратегічного бачення з оперативною адаптивністю, що дозволяє досягати високих показників ефективності навіть у турбулентних умовах. Впровадження такого підходу є запорукою сталого розвитку транспортної інфраструктури та посилення безпеки дорожнього руху.

3.3. Висновки за третім розділом

За результатами проведених досліджень у третьому розділі можна дійти таких висновків:

1. Удосконалено метод формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва на основі адаптації логістичних стратегій FIFO, LIFO, FEFO та HIFO, який забезпечує стратегічну узгодженість, оптимізує використання ресурсів та зменшує управлінські ризики. Запропонований підхід легко

інтегрується з цифровими системами ERP, GIS, BI, забезпечує гнучкість реагування на зовнішні зміни, прозорість оцінювання та створює надійну основу для контролю і звітності. Це дозволяє впроваджувати метод як на державному, так і регіональному рівнях, сприяючи підвищенню якості управління дорожніми проєктами та їхньої реалізації в умовах післявоєнного відновлення й економічної стабілізації.

2. Запропонований метод управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва відзначається системністю, адаптивністю та логічною завершеністю. Його структура дозволяє послідовно проходити всі етапи, від ініціації до оцінки ефективності, з можливістю циклічного повернення у разі виявлення відхилень чи нових викликів. Основними перевагами є інтеграція цифрових інструментів, пріоритизація проєктів за логістичними стратегіями (FIFO, LIFO, FEFO, NIFO), а також гнучке реагування на ризики. Метод забезпечує не лише ефективну реалізацію технічних завдань, а й підвищує прозорість управління, узгодженість зі стейкхолдерами та досягнення соціально-економічних результатів. Його використання дає змогу приймати обґрунтовані рішення на кожному етапі життєвого циклу портфеля. У цілому, метод формує новий підхід до управління інфраструктурними програмами в умовах невизначеності та ресурсних обмежень.

Результати досліджень третього розділу опубліковані у таких роботах [1, 2, 5, 7, 8].

Список використаних джерел за третім розділом

1. Куліков О.М., Оксамитна Л.П. Огляд стратегій складської логістики для формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2023)*. Тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 1-2 грудня 2023 року). Том 1. Одеса :

ПШР, 2023. С. 23-28. URL: [https://drive.google.com/file/d/1HGL3-PVNVjU66GZJenFzPA_t1YcTRpR/view?usp=drive link](https://drive.google.com/file/d/1HGL3-PVNVjU66GZJenFzPA_t1YcTRpR/view?usp=drive_link).

2. Куліков О.М., Морозова Г.С. Концептуальна модель формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. Вип. 58. С. 42-52. DOI: <https://www.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.42-52>.

3. Вівчар О.І. Формування логістичної стратегії системи економічної безпеки підприємств транспорту із застосуванням апарату економіко-математичного моделювання. *Review of transport economics and management*. 2019. Вип. 1(17). С. 89-95. DOI: [https://doi.org/10.15802/rtem.v0i1\(17\).176490](https://doi.org/10.15802/rtem.v0i1(17).176490).

4. Івченкова О.Ю., Лях А.О. Аналіз концепцій управління портфелем замовлень ІТ-підприємства. *Економічний вісник Донбасу*. 2018. № 1(51). С. 83-86. URL: [http://www.evd-journal.org/download/2018/1\(51\)/pdf/13-Ivchenkova.pdf](http://www.evd-journal.org/download/2018/1(51)/pdf/13-Ivchenkova.pdf).

5. Куліков О.М., Бедрій Д.І. Метод формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва. *Управління проєктами у розвитку суспільства*. Тези доповідей XXII міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 23 травня 2025 року). Київ: КНУБА, 2025. С. 152-156. URL: <https://www.dropbox.com/scl/fo/2flw9iq9i3dnas97nrv3j/AAzR39NPw-YRSZYOtTs7Vi4?dl=0&e=1&preview=%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8+PMKyiv25.pdf&rlkey=iccxhxo3qk4qlz2fakqvuidt&st=ejlykv94>.

6. Олех Т.М., Колеснікова К.В., Мезенцева О.О., Гогунський В.Д. Розробка моделі збалансованої оцінки успішності проєктів на основі методичних індикаторів цінності. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. 2021. № 1(3). С. 39-47.

7. Куліков О.М., Бедрій Д.І. Метод управління портфелем проєктів у сфері дорожнього будівництва. *Інформаційні системи та інноваційні технології управління проєктами і програмами*: тези допов. міжнар. наук.-практ. конф. (сміт. Коблево, 15-20 вересня 2025 року). Харків-Коблево, 2025. С. 168-171. URL: <https://mmp-conf.org/documents/archive/proceedings2025.pdf>.

8. Данченко О.Б., Куліков О.М. Методи управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2025. Вип. 117. Част. 2. С. 486-502. DOI: <https://www.doi.org/10.33744/0365-8171-2025-117.2-486-502>.

9. РОЗДІЛ 4. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ В ГАЛУЗІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

4.1. Структура та схема інформаційної технології управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва

4.1.1. Підготовчий етап розробки інформаційної технології

Інформаційна технологія, у якій були випробувані результати дисертаційного дослідження, на етапі його завершення можна було класифікувати як середній. Інформаційна технологія була створена для детального використання моделей та методів управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. Представлений опис покликаний показати досить стрімкі зміни цілей та завдань проєкту, зміну методології управління та технології розробки від класичної водоспадної до «дуже гнучкої».

Було сформовано нову команду під великий обсяг завдань, що змінилися. Процес підбору команди став одним із найскладніших та найдовших етапів. Було проаналізовано значну кількість резюме та проведено співбесіди. Особливі вимоги були пред'явлені до керівника інформаційної системи та керівник проєкту [1, 2]. Далі вони вже брали участь у подальшому доборі команди, спираючись на власний досвід та компетентності.

Керівник проєкту відповідає за інформаційну систему. Він організовує планування, формує таймінги з кожного завдання, визначає їх пріоритети, аналізує ризики. Крім того, він приймає ключові рішення про використання методології розробки та управління, рішення про запуск на продуктовому середовищі, залучення експертизи співробітників, бере участь при вирішенні проблем, що виникають. Таким чином, рішення, від яких безпосередньо залежить успішне завершення проєкту, приймається керівником проєкту суб'єктивно, на основі його знань, досвіду та компетентностей.

Відповідно, для керівника проекту та для всіх інших ролей були сформовані переліки вимог.

Керівник проекту – остання ланка на проєкті, яка ухвалює рішення про запуск завдання у виробництво. Знайти готового керівника проекту досить складно, тому найефективніше готувати їх з власних програмістів. Зрозуміло, що не кожен програміст здатний бути тимлідом, у зв'язку з цим прописуються групові та індивідуальні цілі команди, про які було сказано у попередніх розділах.

Крім основних фахівців (дизайнерів, верстальників, програмістів, тестувальників) на великі проєкти часто потрібні додаткові ресурси, фахівці, що можуть підключатися впродовж життєвого циклу проєкту (ЖЦП).

Інформаційну систему було створено для детального використання методів та моделей управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва, розроблених у другому та третьому розділах [3]. Більшість часу коригування програми використовувалося для налаштування та виправлення розрахунків за допомогою методів описаних третьому розділі для отримання необхідних даних.

4.1.2. Моделювання продукту проєкту

Моделювання інформаційної системи на початкових етапах розробки є важливим кроком у створенні якісного програмного продукту. Цей процес допомагає визначити, на яких платформах працюватиме майбутній програмний продукт, визначити вимоги до інтерфейсу та дізнатися, які інструменти будуть використовуватися під час розробки для досягнення запланованих результатів.

Щоб краще зрозуміти функціональність додатку, потрібно визначити, як користувач буде використовувати продукт проєкту. Визначення варіантів використання додатку допомагає представити:

- як інформаційна система взаємодіє з користувачами;
- роль і важливість кожного окремого процесу в інформаційна система;
- обсяг розробки інформаційна система.

Щоб зрозуміти що саме необхідно майбутнім користувачам, для початку необхідно виділити основні функціональні розділи, а саме:

- взаємодія з користувачем;
- головна частина;
- завантаження даних та їх подальша обробка;
- вибудовування даних у таблиці та графіки;
- побудова прогнозів на основі моделей описаних у другому та третьому розділі.

Далі визначаємо, які основні дії користувач буде робити в кожному з розділів. Після цього можна визначити, які необхідно розробити функції, щоб задовольнити очікування користувачів. Визначивши основні функції, можна сформулювати додаткові. Вони не є критично важливими для роботи додатку та виконання основних дій в ньому користувачами, але ці функції необхідні для більш комфортного використання, та є привабливими для майбутніх користувачів. Також було визначено механізм моніторингу та контролю виконання робіт стартапу. Створено систему заходів контролю робіт, що забезпечить успішну реалізацію проекту.

4.1.3. Вимоги та проєктування архітектури інформаційної системи

Проєктування архітектури інформаційної системи є критичним етапом розробки будь-якого програмного продукту. Хороша архітектура допомагає створити ефективний, легко підтримуваний та розширюваний продукт. Ось кілька кроків, які слід виконати при проєктуванні архітектури:

1. Аналіз вимог: ретельний розгляд всіх вимог до програмного продукту. Визначити, які функціональність, характеристики та можливості повинні бути включені в гру.

2. Визначення компонентів: розбити програмний продукт на окремі компоненти, які взаємодіють один з одним. До цих компонентів можуть входити графічний движок, ігрова логіка, база даних, користувацький інтерфейс тощо.

3. Вибір архітектурного підходу: вибрати підхід до структури застосунку. Це може бути монолітна архітектура, мікросервіси, Model-View-Controller (MVC) або інший підхід, який підходить для вашого стартапу.

4. Вибір технологічного стеку: обираємо технології та інструменти для реалізації кожного компонента. Це включає в себе вибір мов програмування, бібліотек, фреймворків і інших технологій.

5. Забезпечення безпеки: розробляємо стратегію забезпечення безпеки вашого застосунку, включаючи захист від злону та захист конфіденційної інформації.

6. Інтеграція сторонніх сервісів: якщо застосунок має взаємодіяти з іншими сервісами, розгляньте, як це буде реалізовано та як будуть передаватися дані.

7. Тестування архітектури: перевіряємо архітектуру на відповідність вимогам та проводимо тестування, щоб впевнитися в її ефективності та стійкості.

8. Документація: проводимо документацію архітектури для забезпечення розуміння команди та майбутніми розробниками.

9. Постійне удосконалення: завжди прагнемо до покращення та оптимізації роботи інформаційної системи.

Завершення цих кроків допоможе створити міцну та добре розроблену архітектуру для нашого застосунку.

Проектування архітектури застосунку є надзвичайно важливим етапом в розробці будь-якого програмного продукту. Від правильної архітектури залежать якість, продуктивність та майбутні можливості розробленого застосунку. Ось головні аспекти, які підкреслюють важливість проектування архітектури:

1. Ефективність та продуктивність: правильна архітектура дозволяє оптимізувати роботу застосунку, забезпечуючи ефективне використання ресурсів та зменшення часу відгуку.

2. Легкість розширення: гнучка архітектура допомагає додавати новий функціонал та компоненти, не порушуючи вже існуючий код.

3. Стійкість та надійність: добре спроектована архітектура допомагає попереджати та виправляти помилки, забезпечуючи надійну роботу застосунку.

4. Легкість тестування та налагодження: чітка архітектура дозволяє легко проводити тестування та виправляти помилки.

5. Керованість інформаційної системи: архітектура допомагає керівникам проекту та розробникам зрозуміти, як компоненти взаємодіють та діють, що полегшує управління стартапом.

6. Забезпечення безпеки та захисту даних: архітектура може врахувати питання безпеки та визначити заходи для захисту даних.

7. Покращення якості продукту: правильна архітектура сприяє створенню якісного та надійного продукту.

Загалом, проектування архітектури є фундаментальним кроком, який визначає майбутній успіх програмного продукту. Воно впливає на всі аспекти розробки, від якості до продуктивності, і варто приділити йому належну увагу та час.

На рис. 4.1 наведено діаграму архітектури інформаційної системи.

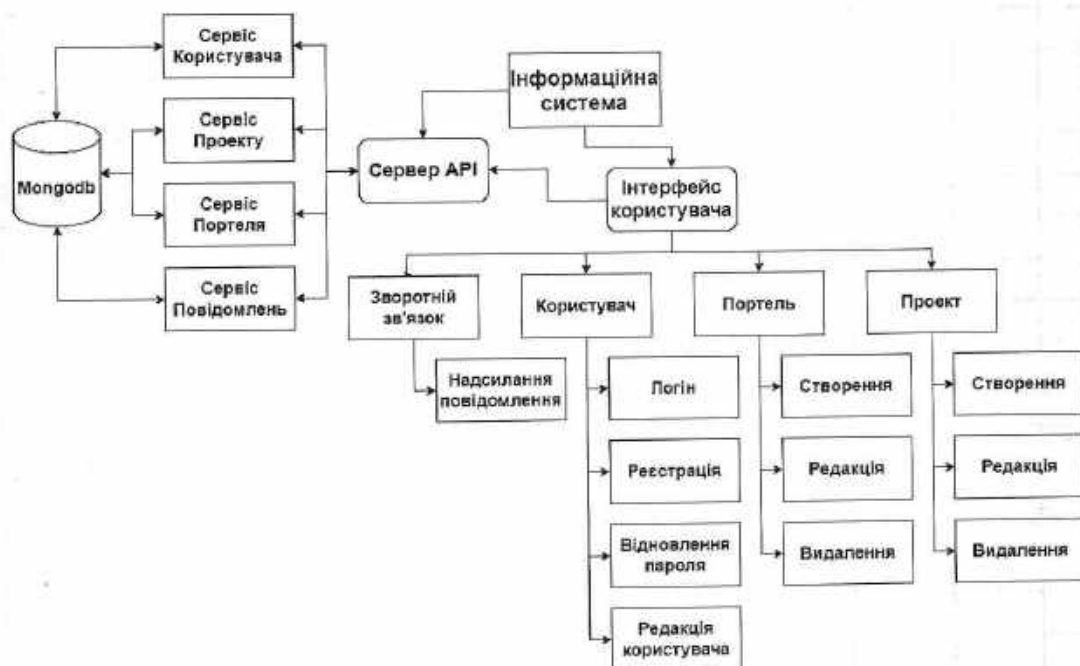


Рис. 4.1. Архітектура інформаційної системи [розроблено автором]

Відповідно до цієї діаграми інформаційна система складається з інтерфейсу користувача, що забезпечує його взаємодію з системою, дозволяючи створювати користувача, портфелі та проекти, а також підтримувати зворотний зв'язок з користувачем та серверним АРІ, який коригує та зберігає дані до бази даних.

Серверна частина складається з 4 сервісів для користувача, проекту, портфеля та повідомлення, яка через сервіси взаємодіє з базою даних.

4.1.4. Вимоги та проектування архітектури бази даних

Для організації роботи з базами даних (БД) необхідно забезпечити незалежність прикладних програм від даних. Це обумовлено тим, що при зміні системи, а також з метою забезпечення ефективного обслуговування користувачів необхідно виконувати роботи щодо зміни методів зберігання даних в БД, шляхів доступу до даних, змінювати структури і формати даних та зв'язки між ними. Якщо не застосовувати спеціальні підходи і при написанні застосувань вводити програмний опис методів доступу, засобів зберігання даних, формати даних, то при будь-якій зміні в БД для перелічених випадків буде необхідно корегувати текст програми користувача, що потребує значних витрат.

Незалежність застосувань від даних забезпечується засобами системи управління базами даних (СУБД). Цей підхід базується на тому, що користувачі застосовуючи БД, не знають внутрішнє представлення даних.

До сучасних систем управління базами даних висувуються такі вимоги:

- простота і гнучкість створення додатків. СУБД має значно полегшувати процес створення і супроводу додатків, що працюють з базами даних;
- багаторазове й багатоаспектне використання даних. Користувачі, які інакше розуміють одні й ті самі дані, мають отримати змогу використовувати їх по різному;
- простота, легкість і гнучкість у використанні. Користувачі мають легко дізнаватися, які дані є в їхньому розпорядженні, й отримувати простий доступ до даних (усі складнощі бере на себе СУБД);

– простота і гнучкість зміни, розширення й налаштування бази даних. Будь-які зміни в БД, додавання до неї інформації чи її розширення повинні виконуватися незалежно від додатків, що вже існують і використовують базу даних. До того ж ці операції мають виконуватися максимально просто й ефективно;

– ефективність і гнучкість зберігання й обробки даних. СУБД має забезпечувати можливість простого й ефективного збільшення обсягів даних без порушення наявних способів їхнього використання, а також легкого виконання реорганізації і реструктуризації даних, СУБД повинна підтримувати заплановану надлишковість даних або надавати можливість її знижувати;

– низька вартість зберігання й використання даних. СУБД мають забезпечувати нижчу вартість зберігання і використання даних, ніж будь-які інші інформаційні системи;

– захист від несанкціонованого доступу, викривлення і знищення. Система має забезпечувати необхідний рівень захисту даних. Інформація має бути захищена від перебоїв, впливу форс-мажорних ситуацій, а також від некомпетентного чи зловмисного звернення до даних осіб, які можуть оновити, викривити або ж видалити їх;

– підтримання необхідного рівня незалежності даних. Як правило, від СУБД вимагається наявність механізмів підтримання логічної та фізичної незалежності даних;

– підтримання необхідного рівня цілісності даних. Засоби опису і підтримання обмежень цілісності мають бути достатніми для опису правил, законів і обмежень, що діють у предметній області. Якщо ті чи інші обмеження не підтримуються безпосередньо, то СУБД має надавати можливості для їхнього опису і підтримання через відповідні засоби програмування;

– розвинені засоби адміністрування. Передбачається, що СУБД надає всі необхідні інструменти для підтримання функцій адміністрування баз даних.

На рис. 4.2 ми можемо побачити діаграму архітектури бази даних.

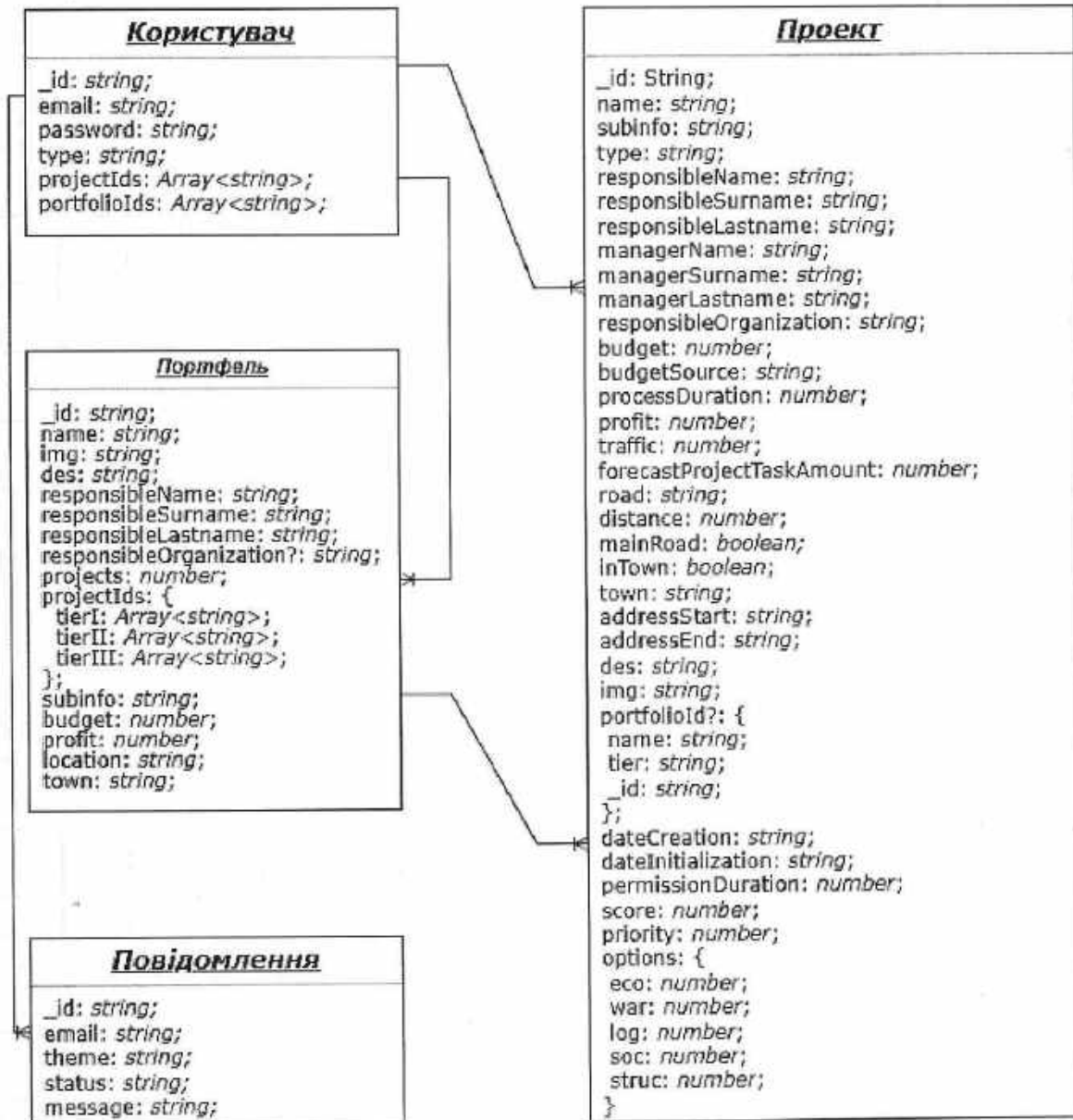


Рис. 4.2. Діаграма архітектури бази даних [розроблено автором]

4.2. Опис процесу практичної реалізації інформаційної системи управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва

Реалізація проєкту досягла 95% і знаходиться на етапі створення прототипу інформаційної системи. Прототип інформаційної системи має весь запланований функціонал та попередній варіант дизайну. Розглянемо результат виконання проєкту більш детально.

Для початку роботи з додатком потрібно реєструватися. Після завантаження сторінки програма переносить нас на логін (рис. 4.3), де користувач може увійти програму.

Логін

[Я забув свій пароль...](#)

[Реєстрація](#)

Рис. 4.3. Екранна форма сторінки логіну [розроблено автором]

Або перейти на сторінку реєстрації (рис. 4.4), де створить нового користувача для цієї програми.

Кожне поле або кнопка має підказки, які повинні направити користувача на правильне використання програми.

Також якщо ви забули пароль, то можете пройти на сторінку відновлення пароля (рис. 4.5), де після заповнення поля ви отримаєте повідомлення з посиланням на створення нового пароля (рис. 4.6).

Реєстрація

Організація

Електронна пошта

Пароль

Підтвердьте пароль

Я прочитав(-ла) Terms&Conditions

Введіть електронну адресу, яку ви зареєстрували в додатку, у форматі **@****

Рис. 4.4. Екранна форма сторінки реєстрації [розроблено автором]

Якщо вам необхідно змінити дані користувача, на сторінці профілю (рис. 4.7) є всі необхідні поля для цього.

Введіть свою електронну адресу

Електронна пошта

Введіть свої дані перед надсиланням.

Рис. 4.5. Екранна форма сторінки відновлення пароля [розроблено автором]

Введіть новий пароль

Пароль

Підтвердьте пароль

Введіть той самий пароль ще раз.

Відправити Логін

Рис. 4.6. Екранна форма сторінки створення нового пароля
[розроблено автором]

Після логіну або реєстрації програма відправить вас на головну сторінку, де в хедері програми видно логотип, а також поля навігації за програмою.

Основна інформація про користувача

Організація

Електронна пошта

Відправити

Зміна пароля

Пароль

Підтвердьте пароль

Відправити

Рис. 4.7. Екранна форма сторінки профілю [розроблено автором]

На сторінці є 2 блоки для портфелів та проєктів відповідно. Кожен блок має кнопку створення (яка або переходить на нову сторінку для портфелів або відкриває модальне вікно створення проєктів), пошук і основне поле відображення всіх портфелів і проєктів існуючих для цього користувача. Кожен елемент можна переглянути докладніше змінити чи видалити.

Також користувач може залишити свої відгуки та побажання під час використання системи на сторінці контактів (рис. 4.8).

Рис. 4.8. Екранна форма сторінки створення нового пароля
[розроблено автором]

Перш ніж перейти до створення портфеля, необхідно створити хоча б один проєкт. Натиснувши на створення проєкту, користувач побачить велику форму, де необхідно заповнити всі поля, які описуватимуть кожен аспект проєкту.

Відповідно до інтерфейсу створення проєкту (Додаток Г1 – Фрагмент коду інтерфейсу створення проєкту) ми заповнюємо дані нового проєкту, де після невеликої обробки дані в компоненті (Додаток Г2 – Фрагмент коду компоненту створення проєкту) дані відправляються в сервіс обробки проєктів (Додаток Г3 – Фрагмент коду сервісу обробки проєкту).

На рис. 4.9, 4.10 і 4.11 показана екранна форма модального вікна проектування розділена на 3 частини для кращого відображення деталей.

Створити новий проект ×

Назва проекту
Бажана М. пр.-т

Додаткова інформація
від Південного мосту до Бориспільської траси

Пріоритет (1 - 10)
— 7 +

Тип дорожнього проекту
Ремонт

Ім'я керівника проекту
Євгеній

По-батькові керівника проекту
Васильович

Прізвище керівника проекту
Мирончук

Ім'я менеджера
Ганна

По-батькові менеджера
Петрівна

Прізвище менеджера
Гончар

Генеральний підрядник
Build&Prod

Рис. 4.9. Екранна форма модального вікна створення проекту (частина 1)

[розроблено автором]

Бюджет
20,000.00 UAH

Джерело бюджету
Держава

Запланована тривалість проекту
500 дн

Трафік
100 авто/годину

Прогнозована сума завдання проекту
14

Код дороги
М-03

Відстань
6,400 м

Тип будівельної реалізації?
 Це в місті?

Адреса початку дороги
Південний міст

Адреса кінця дороги
ст. м. Бориспільська

Рис. 4.10. Екранна форма модального вікна створення проекту (частина 2)

[розроблено автором]

Після цього ми можемо переглянути доданий проект, натиснувши на елемент картки цього проекту, і користувач відкриє модальне вікно інформації цього проекту.

Опис
Частина основної траси автошляху М-03, що з'єднує Київ та Харків, починаючи від Південного мосту до ст. м. Бориспільська

Дата створення проекту
07/08/2025

Дата ініціалізації проекту
01/08/2026

Тривалість дозволу
500 дн

Основні фактори

Економічний
— 35% +

Військовий
— 0% +

Логістичний
— 50% +

Соціальний
— 0% +

Структура
— 0% +

Зберегти
Зберегти всі зміни та закрити модальне вікно.

Рис. 4.11. Екранна форма модального вікна створення проекту (частина 3)

[розроблено автором]

На рис. 4.12, 4.13 показано екранну форму модального вікна інформації про проект розділена на 2 частини для кращого відображення деталей.

Інформація про Бажана М. пр.-т Проект користувача ✕



Додаткова інформація: від Південного мосту до Бориспільської траси

Пріоритет (1 - 10): 7

Тип дорожнього проекту: Ремонт

Керівник проекту: Євгеній Васильович Мирончук

Менеджер проекту: Ганна Петрівна Гончар

Генеральний підрядник: Build&Prod

Бюджет: 20000 UAH

Джерело бюджету: Держава

Запланована тривалість проекту: 500 дн

Трафік: 100 авто/годину

Рис. 4.12. Екранна форма модального вікна інформації про проект (частина 1)

[розроблено автором]

Інформація про Бажана М. пр.-т Проект користувача ×**Бюджет:** 20000 UAH**Джерело бюджету:** Держава**Запланована тривалість проекту:** 500 дн**Трафік:** 100 авто/годину**Код дороги:** М-03**Відстань:** 6400 м**Тип будівельної реалізації:** регіональна**Це в місті:** Ні**Дата створення проекту:** 07/07/2025**Дата ініціалізації проекту:** 03/10/2025**Тривалість дозволу:** 500 дн**Основні фактори:**

Економічний: 50 %

Військовий: 0 %

Логістичний: 50 %

Соціальний: 0 %

Структурний: 50 %

Адреса початку дороги: Південний міст**Адреса кінця дороги:** ст. м. Бориспільська**Опис:** Частина основної траси автошляху М-03, що з'єднує Київ та Харків, починаючи від Південного мосту до ст. м. Бориспільська

Рис. 4.13. Екранна форма модального вікна інформації про проект (частина 2)

[розроблено автором]

Після створення проєкту ми можемо перейти до сторінки створення портфеля. Створення портфеля складається із трьох кроків.

Перший крок – це загальна інформація від проєкту, починаючи ім'ям та описом та закінчуючи особами відповідальними за виконання портфеля.

На рис. 4.14 показано екранну форму першого кроку створення портфеля.

1 Основа інформації про портфель

Назва портфеля
 Ремонт магістральних вулиць загальноміського значення

Додаткова інформація
 Магістральні вулиці загальноміського значення

Опис портфеля
 Божана М. пр.-т
 Дніпровська Набережна

Ім'я керівника портфеля проєктів
 Василь

По-батькові керівника портфеля проєктів
 Кирилович

Прізвище керівника портфеля проєктів
 Тренчук

Відповідальна організація
 Державна служба України з безпеки на транспорті

Де будуть проєкти? Тільки в межах міста За межами міста Комплекс

Що це за місто?
 Київ

Наступний крок

Рис. 4.14. Екранна форма першого кроку створення портфеля
 [розроблено автором]

Другий крок – відбір та сортування існуючих проєктів, спочатку вибирається тип сортування (формули сортування описані у третьому розділі), який додає всі проєкти у визначеному порядку, також за допомогою системи фільтрації можна обмежити проєкти, які братимуть участь у портфелі, а також вручну за допомогою натискання на картки проєкту можна додати або прибрати з портфеля.

На рис. 4.15 та 4.16 показано екранну форму другого кроку створення портфеля розділену на 2 частини для кращого відображення деталей.

2. Фінансування інфраструктури

Додати новий проект

Тип сортування

NIFO
 LIFO
 FIFO
 FIFO
 FIFO + NIFO
 FIFO + LIFO
 FIFO + FIFO + NIFO
 Cancel

Вибрати типи проектів

Вибрати тип

Мінімальна оцінка

0

Сума проектів

0

Прибуток проекту

0.00

Фільтрація за пріоритетом

0

Головне Фактори

Економічний

50%

Військовий

50%

Логістичний

0%

Соціальний

50%

Структурний

0%

Невдасть суму проектів, що буде проведено. Якщо ви оберете 1, створять лише ті ж проекти.

Рис. 4.15. Екранна форма другого кроку створення портфеля (частина 1)
[розроблено автором]

Невибрані проекти

Вибрані проекти

	<p>Харківське шосе</p> <p>⊗</p> <p>Пріоритет:1 Додаткова інформація: від Харківської площі до вул. Провокальній</p> <p>Тип: infrastructure</p> <p>Дохід: 140000</p>	<p>Харківська площа</p> <p>⊗</p> <p>Пріоритет:6 Додаткова інформація: Коло за троллейбуси, без середнього продажу</p> <p>Тип: fix</p> <p>Дохід: 1000</p>
	<p>Бажана М. пр.-т</p> <p>⊗</p> <p>Пріоритет:7 Додаткова інформація: від Південного мосту до Борзятинської траси</p> <p>Тип: fix</p> <p>Дохід: 10000</p>	<p>Харченко Євгенія</p> <p>⊗</p> <p>Пріоритет:10 Додаткова інформація: буд. Пенна, включно зуп. Перейсисска</p> <p>Тип: build</p> <p>Дохід: 0</p>
	<p>Дніпровська Набережна</p> <p>⊗</p> <p>Пріоритет:10 Додаткова інформація: від ПМФ до вул. Хмельницька</p>	<p>Світло вул.</p> <p>⊗</p> <p>Пріоритет:3 Додаткова інформація: від Харківської площі до вул. Хмельницька</p>

Навігуйте тут, щоб перейти до наступного кроку

Рис. 4.16. Екранна форма другого кроку створення портфеля (частина 2)
[розроблено автором]

На першій частині екранної форми другого кроку створення портфеля зображено типи сортування для розподілу проєктів залежно від оцінки кожного проєкту (формула розрахунку оцінки), а також формули та описи типів сортування представлені у третій частині у підрозділі 3.1.

Крім того, також відображено декілька блоків фільтрації проєктів, залежно від яких можна обмежити існуючу вибірку проєктів для створення портфеля.

Третій крок – це поділ обраних проєктів на три рівні за ступенем важливості (термінові, середньострокові та нетермінові). Детальний поділ описано у підрозділі 3.1. За допомогою перетягування користувач може перемістити проєкти з одного рівня на інший або зовсім виключити з портфеля на розсуд.

На рис. 4.17 показано екранну форму третього кроку створення портфеля.

Рівень I (критичні проєкти)

<p>Харківське шосе Пріоритет:1 Додаткова інформація: від Харківської площі до вул. Привокзальної Тип: digitalization Дохід: 140000</p>	<p>Харківська площа Пріоритет:6 Додаткова інформація: Коло та трикутника, без середнього проїзду Тип: fix Дохід: 1000</p>
---	--

Рівень II (середньокритичні проєкти)

<p>Світла вул. Пріоритет:3 Додаткова інформація: від Харківської площі до вул. Харченка Тип: build Дохід: 20000</p>
--

Рівень III (некритичні проєкти)

<p>Бажана М. пр.-т Пріоритет:7 Додаткова інформація: від Південного мосту до Бориспільської траси Тип: fix Дохід: 10000</p>	<p>Харченка Євгенія Пріоритет:10 Додаткова інформація: Вул. Леніна включно вул. Переяславська Тип: build Дохід: 0</p>	<p>Дніпровська Набережна Пріоритет:10 Додаткова інформація: від ПМП до Березняківської Тип: digitalization Дохід: 50000</p>
--	--	--

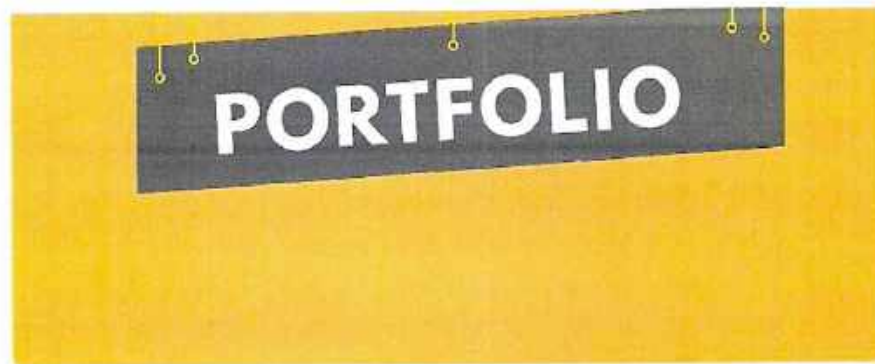
Рис. 4.17. Екранна форма третього кроку створення портфеля

[розроблено автором]

Відповідно до інтерфейсу створення портфеля (Додаток Г4 – Фрагмент коду інтерфейсу створення портфеля проєктів) ми заповнюємо дані нового портфеля, де після невеликої обробки дані в компоненті (Додаток Г5 – Фрагмент коду компоненту створення портфеля проєктів) дані відправляються в сервіс обробки портфеля (Додаток Г6 – Фрагмент коду сервісу обробки портфеля).

Після натискання на перегляд портфеля ми переходимо на сторінку попереднього перегляду портфеля, де можна побачити загальну інформацію, переглянути проєкти більш детально за допомогою модального інформаційного вікна.

На рис. 4.18 і 4.19 показано екранну форму перегляду портфеля розділену на 2 частини для кращого відображення деталей.



Назва: Ремонт магістральних вулиць загальноміського значення

Керівник проєкту: Василь Тренчук Кирилович

Відповідальна організація: Державна служба України з безпеки на транспорті

Проєкти: 6

Рівень I (критичні проєкти)

<p>Ім'я: Харківське шосе Пріоритет: 1</p> <p>Додаткова інформація: від Харківської площі до вул. Привокзальної</p>	<p>Ім'я: Харківська площа Пріоритет: 6</p> <p>Додаткова інформація: Коло та трикутника, без середнього проїзду</p>
--	--

Рівень II (середньокритичні проєкти)

Рис. 4.18. Екранна форма перегляду портфеля (частина 1)

[розроблено автором]

Якщо вся інформація правильна, то після натискання на копію підтвердження створення портфеля система переносить нас на головну сторінку, де видніше новий проект. Якщо користувач бажає щось змінити, він може повернутися назад або вже після створення натиснути на кнопку редагування портфеля.

Рівень II (середньокритичні проекти)

Ім'я: Світла вул.
Пріоритет: 3

Додаткова інформація: від Харківської площі до вул. Харченка

Рівень III (некритичні проекти)

Ім'я: Бажана М. пр.-т
Пріоритет: 7

Додаткова інформація: від Падениного мосту до Бориспільської траси

Ім'я: Харченка Євгенія
Пріоритет: 10

Додаткова інформація: Вул. Леніна включно вул. Переяславська

Ім'я: Дніпровська Набережна
Пріоритет: 10

Додаткова інформація: від ПМГ до Березняківської

Бюджет: 780000 UAH

Опис: Бажана М. пр.-т Дніпровська Набережна Світла вул. Тр. розв'язка "Осокорки" Тр. розв'язка "Позняки" Тр. розв'язка "Харківська" Харківська площа Харківська шосе Харченка Євгенія (Вул. Леніна включно вул. Переяславська)

© Copyright 2025

Рис. 4.19. Екранна форма перегляду портфеля (частина 2)

[розроблено автором]

На головній сторінці ми можемо також переглянути будь-який проект або портфель, лише натиснувши на нього. Всі проекти та портфелі, які були створені для цього користувача. Кожен користувач матиме свій власний набір проектів та портфелів.

На цій сторінці можна редагувати існуючі проекти та портфелі, а також видалити їх через непотрібність.

На рис. 4.20 і 4.21 показано екранну форму головної сторінки розділену на 2 частини. для кращого відображення деталей.

Портфелі

Додати новий портфель

Пошук портфелів



PORTFOLIO

Ремонт магістральних вулиць загальноміського значення

Додаткова інформація: Магістральні вулиці загальноміського значення

Довіда: 780000 UAH

Сума проектів: 6

Опис: Бажана М. пр-т Дніпровська ...

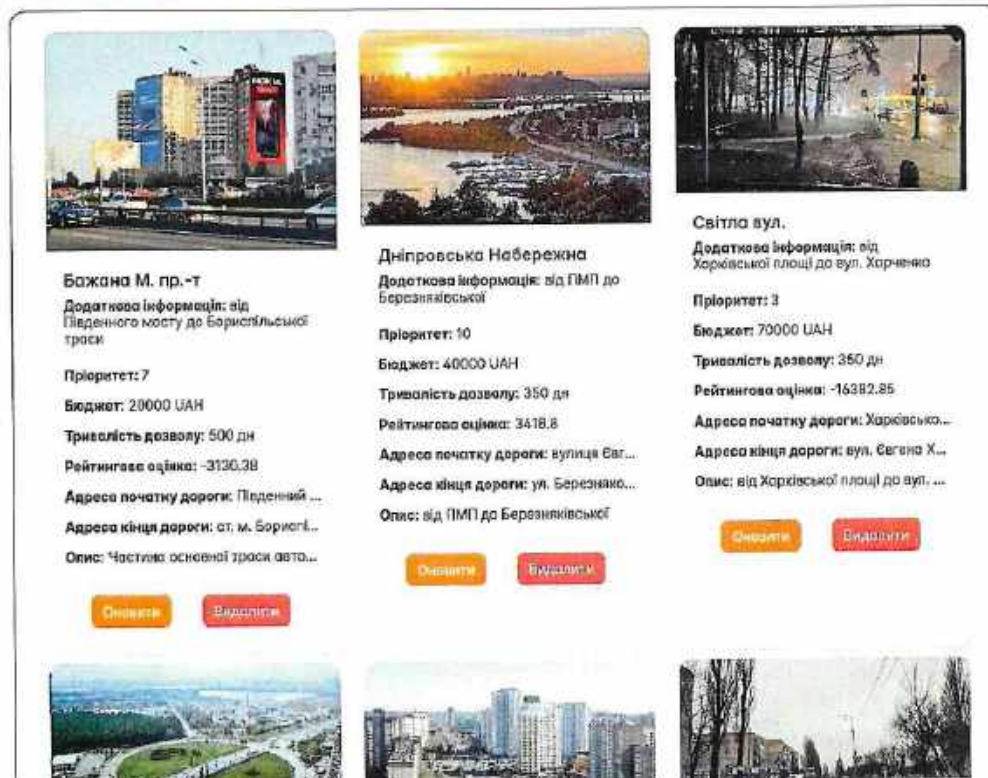
Оновити Видалити

Рис. 4.20. Екранна форма головної сторінки (частина 1)
[розроблено автором]

Проекти

Додати новий проект

Пошук проектів



Бажана М. пр.-т

Додаткова інформація: від Південного мосту до Березняківської траси

Пріоритет: 7

Бюджет: 20000 UAH

Тривалість дозволу: 500 дн

Рейтингова оцінка: -3130.38

Адреса початку дороги: Південний ...

Адреса кінця дороги: ст. м. Березняк...

Опис: Частина основної траси авто...

Оновити Видалити

Дніпровська Набережна

Додаткова інформація: від ПМП до Березняківської

Пріоритет: 10

Бюджет: 40000 UAH

Тривалість дозволу: 350 дн

Рейтингова оцінка: 3418.8

Адреса початку дороги: вулиця Баг...

Адреса кінця дороги: ул. Березняк...

Опис: від ПМП до Березняківської

Оновити Видалити

Світла вул.

Додаткова інформація: від Харківської площі до вул. Харченко

Пріоритет: 3

Бюджет: 70000 UAH

Тривалість дозволу: 350 дн

Рейтингова оцінка: -16382.85

Адреса початку дороги: Харківсько...

Адреса кінця дороги: вул. Світла Х...

Опис: від Харківської площі до вул. ...

Оновити Видалити

Рис. 4.21. Екранна форма головної сторінки (частина 2)
[розроблено автором]

4.3. Засоби розробки програмного продукту

Angular – це фреймворк від компанії Google для створення просунутих безшовних (односторінкових) веб-додатків – SPA (Single Page Applications) – мовами програмування TypeScript, JavaScript, Dart [4].

У фреймворку відкритий вихідний код. Продукт розповсюджується безкоштовно. Знайти вихідні файли та додаткову інформацію можна в офіційному репозиторії фреймворку на GitHub. Фреймворк назвали на честь кутових дужок, якими обрамляють HTML-теги.

Angular – спадкоємець AngularJS, написаного на JavaScript. Незважаючи на схожі назви, це різні фреймворки. AngularJS ще називають версією 1.x. Фреймворк існує із 2009 року. Нині він перебуває у режимі long time support. Це означає, що його продовжують підтримувати, але нових можливостей у фреймворк вже не додають. На AngularJS написано багато legacy-коду.

Нова версія – Angular, він же Angular 2.x і далі. Фреймворк написано на TypeScript і несумісний з AngularJS. Його випустили у 2016 році і з того часу розвивають. Angular має іншу архітектуру, а писати на ньому можна і з TypeScript, і з JavaScript.

Пристрій фреймворку Angular:

- компоненти – це великі частини програми, які не залежать один від одного. Наприклад, один компонент – це стрічка новин, інший – шапка сайту;
- модулі – це також складові програми, але інші. Вони керують компонентами. Якщо компонент – це область програми, модуль відповідає за керування;
- форми. Більшість програм на Angular – form-based, тобто засновані на формах. Форма – це структура, в яку користувач вводить якісь дані, а потім відправляє їх на сервер;
- сервіси. Вони схожі на компоненти, але більш вузькоспеціалізовані. Вони можуть визначатися як на рівні модуля, так і на рівні компонента або програми. У сервісах реалізується спеціальна логіка;

– директиви – це складові програми, які змінюють структуру або поведінку сторінки. Компоненти також відносяться до директив. Але крім них існують ще два види: структурні директиви та директиви, що змінюють зовнішній вигляд чи поведінку елементів. Вони потрібні, щоб застосувати одну дію до всіх екземплярів одного компонента, наприклад, зміна валюти у всіх картках товару.

Переваги Angular:

– велика кількість можливостей – Angular допомагає прив'язувати компоненти програми один до одного, передавати дані, анімувати інтерфейси та ін. Для простих проєктів його функціональність може бути надмірною, але для складних SPA-додатків вона незамінна;

– універсальне застосування – фреймворк дозволяє створювати не лише веб-застосунки;

– детальний style guide – Особливість Angular – докладна документація. Вона містить рекомендації до побудови та розробки додатків, style guide – гайд за стилем програмування на Angular. Це зручно для розробників, які вперше зіштовхнулися із фреймворком.

Недоліки Angular:

– складність у вивченні – Angular вважається одним із найскладніших фронтенд-фреймворків. Його можливо нелегко вивчити з нуля самостійно. Крім того, для початку роботи потрібно знати не тільки «чистий» JavaScript, але і TypeScript, який на ньому заснований;

– відсутність сумісності між старою та новою версіями – незважаючи на схожі назви, AngularJS та Angular несумісні та принципово різні. Тому розробникам, які стикаються з legacy-кодом на AngularJS, потрібно вивчити основи роботи із застарілим фреймворком. Концепції та правила нового Angular не підійдуть.

TypeScript – мова програмування, представлена Microsoft в 2012 року і позиціонується як засіб розробки веб-додатків, що розширює можливості JavaScript. Розробником мови TypeScript є Андерс Хейлсберг, який створив раніше Turbo Pascal, Delphi та C# [5].

Специфікації мови відкриті та опубліковані в рамках угоди Open Web Foundation Specification Agreement (OWFa 1.0). TypeScript є сумісним з JavaScript і компілюється в останній.

TypeScript відрізняється від JavaScript можливістю явного статичного призначення типів, підтримкою використання повноцінних класів (як у традиційних об'єктно-орієнтованих мовах), а також підтримкою підключення модулів [5, 6], що покликане підвищити швидкість розробки, полегшити читання, полегшити пошук, здійснювати рефакторинг і повторне використання етапів розробки та компіляції, і, можливо, прискорити виконання програм.

На момент релізу представлені файли для сприйняття розширеного синтаксису TypeScript для Vim і Emacs, а також плагін для Microsoft Visual Studio. Одночасно з виходом специфікації розробники підготували файли з деклараціями статичних типів для деяких популярних JavaScript-бібліотек, серед яких jQuery.

RxJS – це бібліотека для роботи з потоками даних у JavaScript, яка базується на концепції реактивного програмування [7]. Один із головних принципів реактивного програмування полягає в тому, що потік даних вважається поточною послідовністю подій, яка може змінюватися з часом.

Оператори в RxJS – це функції, які дозволяють здійснювати різноманітні операції з потоками даних, такі як фільтрування, перетворення, злиття та багато інших. Використання операторів дозволяє зменшити кількість коду та спростити роботу з потоками даних.

Ось кілька причин, для чого варто використовувати оператори в RxJS:

- зручне та ефективне управління потоками даних;
- найкраща читабельність коду;
- висока можливість перевикористання;
- підтримка асинхронного програмування;
- розширення функціональності. Оператори в RxJS можуть розширити функціональність вашого коду та дозволити зробити складні операції більш простими;

– оператори RxJS можуть також допомогти зробити ваш код більш безпечним та масштабним.

Одним зі способів досить легко почути оператори в RxJS є порівняння їх з методами масивів у нативному JavaScript. Багато операторів у RxJS мають схожі функції з методами масивів, які зазвичай використовують для маніпулювання масивами даних.

HTML5 (англ. HyperText Markup Language, version 5) – мова для структурування і подання вмісту всесвітньої павутини [8]. Це п'ята версія HTML. Хоча стандарт був завершений (рекомендована версія до використання) тільки в 2014 році (попередня, четверта, версія опублікована в 1999 році), вже з 2013 року браузерами оперативно здійснювалася підтримка, а розробниками використання робочого стандарту (англ. HTML Living). Мета розробки HTML5 – поліпшення рівня підтримки мультимедіа-технологій з одночасним збереженням зворотної сумісності, зручності читання коду для людини і простоти аналізу для парсерів.

У 2005 році з'явився YouTube – основний відеохостинг Інтернету аж до теперішнього часу (2021). Його плеєр був написаний на Adobe Flash – поширеній системі інтернет-додатків. На момент появи YouTube – це було нормально, оскільки перегляд сторінок відбувався в основному з комп'ютерів та ноутбуків, а порти Flash були під усі великі ОС. У 2007 році з'явився iPhone. Телефони до нього або використовували чисто мобільні технології типу WAP, або поклалися на серверний рендеринг (Opera Mini). iPhone же мав повноцінний браузер – а YouTube, що поклався на Flash, був реалізований окремою програмою. Одним із завдань HTML5 стало знизити потребу у Flash – за допомогою HTML5 video, SVG та холстів. iPhone поставив новий стандарт смартфона – прилад із сенсорним екраном на всю передню панель. Екранна клавіатура звичайно мініатюрна, і тому для різних типів введення – чисел, дат, адрес електронної пошти – потрібні різні клавіатури. HTML5 додав і інші нововведення для мобільних пристроїв – геолокацію, управління кешем для офлайн-роботи тощо. Як у HTML5 [8], так і в CSS3 [9] додані механізми переверстки сайтів під мобільні пристрої та сторінкові

медіа (електронна книга, друкований документ). Все більше поширюються AJAX і односторінкові сайти, і додався API для управління історією в них.

З'ясувалося, що веб-майстри не надають актуальної та достовірної інформації в DOCTYPE. Підтримка хибних документів уніфікована і в інших місцях.

WHATWG розпочав роботу над новим стандартом у 2004 році [10], коли World Wide Web Consortium (W3C) зосередився на майбутніх розробках XHTML 2.0, а HTML 4.01 не змінювався з 2000 року. У 2009 році W3C визнав, що термін роботи у робочій групі XHTML 2.0 минув, і вирішив не відновлювати його. Згодом W3C та WHATWG спільно розробляли HTML5. Навіть незважаючи на те, що HTML5 був добре відомий серед веб-розробників протягом кількох років, він став основною темою ЗМІ лише у квітні 2010 року. Після цього глава компанії Apple Inc. Стів Джобс написав публічний лист, заголовок якого говорив: «думки з приводу Flash», де він зробив висновок, що з розробкою HTML5 немає більше необхідності дивитися відеоролики або використовувати інші види програм за допомогою Adobe Flash. З цього приводу спалахували дебати в колі веб-розробників, причому деякі натякали, що хоча HTML5 і забезпечує розширену функціональність, розробники повинні брати до уваги відмінності браузерів і необхідність підтримки різних частин стандартів, так само як і функціональні відмінності між HTML5 і Flash.

WHATWG розпочав роботу над специфікацією у червні 2004 року під назвою Web Applications 1.0. 3 січня 2011 року специфікація у Draft Standard (Стандартизація проєкту) затверджується у WHATWG, Working Draft (робочий проєкт) затверджується у W3C. Ян Хіксон з компанії Google є редактором специфікації HTML5.

Специфікація HTML5 була прийнята як точка початку роботи над новим HTML [8] робочою групою W3C у 2007 році. Ця робоча група опублікувала специфікацію як перший громадський робочий проєкт (working draft) 22 січня 2008 року. Робочий проєкт – це поточна робота, вона залишалася на кілька років, її частини HTML5 були закінчені і реалізовані в браузерах до того моменту, коли

вся специфікація досягла фінального статусу «Рекомендовано». Ян Хіксон чекав досягнення Candidate Recommendation протягом 2012 року. Щоб специфікація набула статусу W3C Рекомендації, необхідні дві закінчені на 100% і повністю взаємодіючі реалізації.

У грудні 2009 року WHATWG переключився на універсальну модель розробки для специфікації HTML5. W3C продовжувала публікувати знімки зі специфікацією HTML5.

14 лютого 2011 року W3C збільшив термін роботи для робочої групи HTML із проміжними знімками для HTML5. Робоча група передбачала просунути HTML5 у Last Call, запрошуючи співтовариства до співпраці з W3C, щоб підтвердити технічну відсутність дефектів у специфікації у травні 2011 року. Потім група перейшла на тестування своєї реалізації. W3C також розробляла всебічну перевірку, щоб досягти широкої функціональної сумісності для фінальної специфікації 2014 року - очікуваної дати для Рекомендації.

З 28 жовтня 2014 року W3C офіційно рекомендує використовувати HTML5 – це означає, що стандарт остаточно фіналізований і готовий до широкого використання.

CSS – це мова опису зовнішнього вигляду документа, тобто вона відповідає за те, як виглядають веб-сторінки: колір фону та декоративних елементів, розмір та стиль шрифтів. Термін розшифровується як Cascading Style Sheets (каскадні таблиці стилів). CSS взаємодіє з іншою мовою розмітки – HTML, яка відповідає за розміщення елементів на сторінці.

Використання тегів для форматування тексту в HTML захаращує вихідний код, ускладнює його, а значить, ймовірність припуститися в ньому помилки стає вищою. Для того, щоб цього уникнути, створили окрему мову для стильової розмітки CSS. Крім розміру та кольору шрифтів, ця мова розмітки регулює поділ заголовків, підзаголовків та основного тексту, розмір полів та відступів, окремі колірні кадри для виділення тексту, колір основного фону, шапки та підвалу.

CSS, як і будь-яка мова, має синтаксис. У ньому є правила - значення, що визначають зовнішній вигляд елементів [9]. CSS-правило складається з селектора, CSS-властивостей та їх значень:

- селектори – це позначки, які допомагають браузеру зрозуміти, до якої частини HTML-коду потрібно застосувати задані параметри;
- властивості CSS – це певні параметри оформлення, наприклад колір елемента або тексту (color) або колір фону (background);
- значення – це просто значення, воно виражається текстом або числом, наприклад чорний (black).

CSS-правила в коді полягають у фігурних дужках {...}. Перед відкриттям дужки обов'язково потрібно вказати селектор, якого належить це правило. У прикладі селектор є <p>, і він вибирає всі теги з ім'ям <p>, color – це CSS-властивість а black – значення CSS-властивості. Зв'язка "властивість: значення" називається блоком оголошення стилів. Всередині нього властивість відокремлюється від значення двокрапкою, а один блок від іншого відокремлює крапка з комою. Таблиці називаються каскадними, тому що працюють за принципом каскаду – тобто правило, прописане нижче, вважається пріоритетним. Наприклад, якщо в прикладі під значенням фоновому кольору ми пропишемо ще одне значення color: red, то колір тексту буде червоним, а не чорним.

Методологія CSS – це стандарт написання CSS таким чином, щоб його можна було підтримувати та читати іншим членам команди або стороннім розробникам. Іншими словами, це правила, які будуть зрозумілі людині з боку, щоб вона могла розібратися в коді без автора та внести правки. Рекомендації щодо написання та називаються методологіями CSS.

Універсальної методології на сьогоднішній день немає. Деякі з них застаріли, деякі використовуються активніше за інших, а найближчим часом можуть з'явитися нові, досконаліші методології. Найпопулярнішими є дві. Atomic CSS. У цій методології створюється набір класів – інструментів, що уніфікують правила. Класи комбінуються безпосередньо у блоці HTML, тобто стилі елементів

задаються над CSS. Таким чином полегшується завдання верстальника, тому що йому не потрібно перемикатися між контекстами.

Наприклад, у будь-якому проєкті є значення:

- `padding` – внутрішні відступи з усіх боків елемента;
- `margin` – зовнішні відступи з усіх боків елемента.

Однакові значення `{ padding: 5px; }` і `{ margin: 5px; }` можна уніфікувати `$space-1: 5px`, а значення `{ padding: 10px; }` і `{ margin: 10px; }` перетворити на універсальне значення `$space-2: 10px`:

Така методологія корисна великих проєктів, оскільки можна створити не одиничний інтерфейс, а цілу дизайн-систему, яку можна використовувати повторно.

Bootstrap почала розроблятися як внутрішня бібліотека компанії Twitter під назвою Twitter Blueprint. Після кількох місяців розробки він був відкритий під назвою Bootstrap 19 серпня 2011 року [10]. Основними нововведеннями другої версії, що з'явилася 31 січня 2012 року, стали 12-колонова сітка та підтримка адаптивності. Тобто з цієї миті фреймворк дозволяє створювати сторінки, які підлаштовуються під ширину екрана. Третя версія була випущена 19 серпня 2013 року. У ній адаптивність набула подальшого розвитку, було здійснено перехід до концепції *mobile first*, оптимізації насамперед під мобільні пристрої. Роботу над четвертою версією розпочато 29 жовтня 2014 року. Альфа-версія вийшла 19 серпня 2015 року. Перша бета-версія випущена 10 серпня 2017 року. Друга бета-версія випущена 19 жовтня 2017 року. 18 січня 2018 року випущена перша стабільна версія Bootstrap 4. 5 травня 2021 року побачив світ Bootstrap 5.

Особливості Bootstrap:

- зниження часу на розробку – фреймворк дає готові рішення, які дозволяють створювати макети сайтів швидше. Для швидкого запуску проєктів є безліч прикладів. Для верстки будь-яких прототипів (альбомів, слайдерів, панелі входу тощо) потрібні файли `index.html`, які знаходяться в кожній папці з прикладами, та відповідний CSS-файл. Наприклад, `carousel.css` або `cover.css`. Змінювати код можна на власний розсуд, вносячи правки в текстовому редакторі.

Bootstrap дозволяє скопіювати код з прикладу та вставити його у свій проєкт, до якого підключено фреймворк;

- адаптивність та кросбраузерність – сайт коректно відобразатиметься в сучасних браузерах та на екранах пристроїв різних розмірів, незалежно від діагоналі;

- легкість у використанні та відкритість – bootstrap дуже простий для освоєння та роботи. Крім того, до фреймворку є безліч уроків та інструкцій. Відкритий вихідний код дозволяє адаптувати Bootstrap під свої потреби;

- зрозумілий код – за допомогою Bootstrap можна писати простий та якісний код, який буде зрозумілий іншим розробникам. Це полегшує роботу у команді;

- єдність стилів – елементи фреймворку гармонійно поєднуються один з одним, що дозволяє створювати сайти та сторінки в єдиному стилі;

- шаблонність – сайти, створені за допомогою Bootstrap, мають однакову навігацію, структуру, кнопки. Щоб вирішити проблему, можна змінювати шаблон в залежності від ідей дизайнерів та побажань замовника;

- відсутність підтримки застарілих версій браузерів – оскільки Bootstrap постійно оновлюється, сайти Bootstrap можуть некоректно відобразатися у старих браузерах.

Node.js (Node) – це платформа з відкритим вихідним кодом для роботи з мовою JavaScript, побудована на движку Chrome V8. Вона дозволяє писати серверний код для веб-застосунків і динамічних веб-сторінок, а також програм командного рядка [11, 12].

Платформу розробив Райан Дал, програміст з Америки у 2009. Node.js працює на движку V8, що трансліює JavaScript в машинний код [6, 11, 12]. Простими словами, Node.js – це додаток на C++, який отримує на вході код JavaScript та виконує його. Щоб взаємодіяти з пристроями введення-виведення на комп'ютері, платформа має власний інтерфейс на C++. Таким чином, платформа перетворює спеціалізовану скриптову мову JavaScript на мову загального призначення, тому на Node.js можна писати будь-які комп'ютерні програми.

Платформа дозволяє користуватися єдиною мовою JavaScript для написання коду на стороні клієнта (Frontend), і на сервері (Backend). Ці можливості Node.js є важливими для розробки програм реального часу, які базуються на подіях.

Платформу використовують frontend-розробники, backend-розробники та інші [11, 12]. Вона дозволяє написати програму для різних ОС: Linux, OS X і Windows, може використовуватися для створення API. Також Node.js застосовується для розробки крос-платформних програм: наприклад, списку завдань, який повинен працювати на різних платформах, синхронізувати дані в реальному часі та відправляти на мобільний пристрій.

Node.js є основою Internet of Things, чи навіть IoT. Платформа допомагає керувати приладами та створювати сервери, здатні одночасно обробляти велику кількість запитів. Багато великих компаній використовують Node.js. Наприклад, eBay і веб-версія PayPal у процесі переходу, а LinkedIn, які повністю відмовилися від Ruby on Rails на користь Node.js ще в 2012 році, заявили про 20-кратне прискорення 27 серверів. Серед інших відомих компаній – Yahoo, Netflix, Uber, Walmart, Google та багато інших.

Особливості:

- висока швидкість. JavaScript-код, який виконується в середовищі Node.js, може бути в кілька разів швидше, ніж написаний мовами, наприклад Ruby або Python. У Node.js використовується модель асинхронного програмування. Модель дозволяє продовжити обробку інших завдань, не чекаючи завершення передачі. Коли потрібно виконати операцію введення-виведення на кшталт доступу до файлової системи або бази даних, Node.js не блокує головний потік очікуванням результатів. Платформа ініціює її виконання та продовжує виконувати інші завдання, доки результати попередньої операції не будуть отримані;
- універсальність та гнучкість. У Node.js виконується код написаний на JavaScript;
- велика кількість модулів і бібліотек;
- робота на движку Chrome V8. Node.js працює на JavaScript-движку V8 від Google. V8 – движок JavaScript з відкритим вихідним кодом, що

розповсюджується за ліцензією BSD. Він застосовується у браузерях на основі Chromium. Це означає, що в Node.js використано напрацювання тисяч інженерів. Двигун написаний C++, має відкритий вихідний код і просунуті бібліотеки.

Electron JS [13] – Express.js, або просто Express, – це фреймворк веб-застосунків для створення RESTful API за допомогою Node.js, випущений як безкоштовне програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом за ліцензією MIT. Він розроблений для створення веб-застосунків та API. Його називають фактичним стандартним серверним фреймворком для Node.js.

Оригінальний автор, Т. Дж. Холовайчук, описав його як сервер, натхненний Сінатрою, що означає, що він відносно мінімальний з багатьма функціями, доступними як плагіни. Express – це бекенд-компонент популярних стеків розробки, таких як стек MEAN, MERN або MEVN, разом із програмним забезпеченням бази даних MongoDB та фронтенд-фреймворком або бібліотекою JavaScript.

Express.js був заснований Т. Дж. Холовайчуком. Перший реліз, згідно з репозиторієм GitHub Express.js, відбувся 22 травня 2010 року. Версія 0.12.

У червні 2014 року StrongLoop придбав права на управління проектом. Компанію StrongLoop придбала IBM у вересні 2015 року; у січні 2016 року IBM оголосила, що передасть Express.js під керівництво інкубатора Node.js Foundation.

NestJS, або просто Nest, [14] – це серверний веб-фреймворк на базі Node.js, випущений як безкоштовне програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом за ліцензією MIT.

У лютому 2017 року Каміл Мишлівець, натхненний Angular, створив фреймворк на базі Node.js з архітектурою, що базується на Socket.IO та Express. Згідно з репозиторієм NestJS на GitHub, перший реліз з тегами, версія 4.4.0, відбувся 23 листопада 2017 року.

Протягом наступних років фреймворк розширив свою функціональність, додавши підтримку додаткових адаптерів та драйверів, таких як Fastify, щоб надати більше можливостей розробникам. Він також запровадив інтеграцію з

популярними брокерами повідомлень, включаючи RabbitMQ [8] та Kafka, для полегшення комунікації в розподілених системах.

NestJS пропонує кілька функцій для обробки запитів та відповідей. Проміжне програмне забезпечення базується на Express та виконується перед обробником маршрутів. Захисні елементи використовуються для контролю доступу до маршрутів, визначаючи, чи відповідає запит певним умовам. Перехоплювачі дозволяють виконувати додаткову логіку до або після виконання методу. Перехоплювач повинен реалізувати метод перехоплення NestInterceptor.

NestJS використовується Sanofi, Adidas, Autodesk, Mercedes-Benz, GitLab, Red Hat, BMW, Roche, IBM, Decathlon, Société Générale, JetBrains, TotalEnergies, Capgemini, REWE digital та іншими.

MongoDB [15] – це кросплатформна програма для роботи з базами даних, доступна з вихідним кодом, орієнтована на документи. Класифікована як NoSQL-продукт баз даних, MongoDB використовує JSON-подібні документи з додатковими схемами. Випущена в лютому 2009 року компанією 10gen (тепер MongoDB Inc.), вона підтримує такі функції, як шардування, реплікація та транзакції ACID (введені у версії 4.0). MongoDB Atlas, її керований хмарний сервіс, працює на AWS, Google Cloud Platform та Microsoft Azure. Поточні версії ліцензовані за Server Side Public License (SSPL). MongoDB є членом MACH Alliance.

Американська компанія-розробник програмного забезпечення 10gen почала розробку MongoDB у 2007 році як компонент запланованого продукту «платформа як послуга». У 2009 році компанія перейшла на модель розробки з відкритим вихідним кодом, пропонуючи комерційну підтримку та додаткові послуги. У 2013 році 10gen змінила свою назву на MongoDB Inc.

20^{го} жовтня 2017 року MongoDB стала публічною компанією, що котирується на NASDAQ як MDB з ціною IPO 24 долари за акцію.

8 листопада 2018 року, зі стабільною версією 4.0.4, ліцензія програмного забезпечення змінилася з AGPL 3.0 на SSPL.

30 жовтня 2019 року MongoDB об'єдналася з Alibaba Cloud, щоб запропонувати клієнтам Alibaba Cloud рішення MongoDB як послугу. Клієнти можуть використовувати керовану пропозицію з глобальних центрів обробки даних Alibaba.

Станом на травень 2025 року MongoDB була п'ятим за популярністю програмним забезпеченням для баз даних. Воно зосереджене переважно на управлінні великими базами даних неструктурованих, «брудних» даних. Зазвичай воно використовується для мобільних та веб-додатків, які зазвичай використовують неструктуровані бази даних. Станом на 2024 рік MongoDB користувалося 50 000 клієнтів. Спочатку MongoDB була найбільш відома як NoSQL-продукт для баз даних. У 2016 році компанія випустила продукт «база даних як послуга» під назвою Atlas, який до 2024 року становив 70 відсотків доходу MongoDB. З часом MongoDB додала аналітику, транзакційні бази даних, шифрування, векторні бази даних, ACID, функції міграції та інші корпоративні інструменти. Спочатку програмне забезпечення MongoDB було безкоштовним і з відкритим вихідним кодом за ліцензією AGPL. MongoDB прийняла SSPL (публічну ліцензію на стороні сервера) для майбутніх релізів, починаючи з 2018 року.

4.4. Тестування

Для перевірки стану додатка використовується кілька основних видів тестування:

1. Unit – модульне тестування, іноді блочне тестування або юніт-тестування (англ. unit testing) – процес програмування, що дозволяє перевірити на коректність окремі модулі вихідного коду програми, набори з одного або більше програмних модулів разом з відповідними керуючими даними, процедурами використання та обробки. Ідея полягає в тому, щоб написати тести для кожної нетривіальної функції або методу. Це дозволяє досить швидко перевірити, не привело чи чергове змінення коду до регресії, то є до виявлення помилок у вже

перевірених місцях програм, а також облегчає виявлення та усунення таких помилок. Наприклад, оновити використовувану в проекті бібліотеку до актуальної версії можна в будь-який момент, прогнавши тести та виявивши несумісність.

2. End-2-End – це форма тестування, яка перевіряє працездатність програмного продукту від початку до кінця, створює реальні сценарії використання та перевіряє взаємодію між різними компонентами системи. На відміну від інших видів тестування, які можуть фокусуватися на окремих компонентах або функціях, наскрізне тестування перевіряє взаємодію та узгодженість між усіма компонентами системи. Основна ціль наскрізного тестування – переконатися, що система працює коректно в реальних умовах і функціональність системи інтегрована правильно.

3. Навантажувальне тестування – це один із тестів продуктивності, який проводиться при створенні додатка. Він отримує доступ до виробничих додатків, коли кілька користувачів намагаються його використовувати, імітуючи цю умову. Це важливо на етапах розробки внутрішньої або зовнішньої системи, оскільки дає представлення про їх продуктивність в умовах високого трафіку. Навантажувальне тестування надає інформацію про існуючі проблеми та дозволяє їх покращити. Щоб отримати максимальну віддачу від навантажувального тестування, під час виконання тесту у вас повинен бути інтенсивний і надійний трафік. Навантажувальне тестування проводиться за допомогою генераторів навантаження. Вони генерують трафік і навантажують систему, щоб можна було протестувати її масштабність і продуктивність. Генератор навантажень пересилає запити в систему і отримує відповідь. Вимірюється час відклику і на основі цих даних збирається інформація. Потім ця інформація використовується для оцінки якості системи в цілому та її якості під навантаженням. Завдяки цьому необхідні корекції будуть очевидні і зафіксовані.

У табл. 4.1 представлені приклади деяких проведених тестів, їх опис, очікувані результати та результати самих.

Таблиця 4.1 Таблиця деяких сценаріїв проведених тестів

Опис тесту	Очікуваний результат	Результат тестування
1	2	3
Покриття юніт-тестами	Має бути в діапазоні від 60 до 90%	Покриття +/-75%
<p>E2E сценарій 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Початок тесту – завантаження сторінки. 2. Знайти елемент переходу на сторінку реєстрації та натиснути на нього. 3. Перевірка наявності елемента заголовка “Реєстрація”. 4. Введення тестових даних користувача та натиснути реєстрацію. 5. Перевірка надсилання запиту на реєстрацію. 6. Надсилання фейкової відповіді помилки. 7. Перевірка відображення помилки на сторінці. 8. Закінчення тесту. 	<p>8 кроків 3/3 перевірок пройдено Тест завершено без помилок</p>	<p>8 кроків 3/3 перевірок пройдено Тест завершено без помилок</p>
<p>E2E сценарій 2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Початок тесту – завантаження сторінки. 2. Знайти елемент переходу на сторінку реєстрації та натиснути на нього. 3. Перевірка наявності елемента заголовка “Реєстрація”. 4. Введення тестових даних користувача та натиснути реєстрацію. 5. Перевірка надсилання запиту на реєстрацію. 6. Надсилання заготовленої успішної відповіді. 7. Перевірка збереження даних сесії. 8. Перевірка переходу на домашню сторінку. 9. Перевірка відображення тексту порожніх портфелів. 10. Перевірка відображення тексту порожніх проектів. 11. Знайти та натиснути кнопку переходу на сторінку контактів. 12. Перевірка відображення форми повідомлення. 	<p>16 кроків 9/9 перевірок пройдено Тест завершено без помилок</p>	<p>16 кроків 9/9 перевірок пройдено Тест завершено без помилок</p>

Продовження табл. 4.1.

1	2	3
13. Знайти та натиснути кнопку логіну. 14. Перевірка переходу на сторінку логіну. 15. Перевірка очищення даних сесії. Закінчення тесту.		
E2E сценарій 3: 1. Початок тесту – завантаження сторінки. 2. Введення даних користувача для логіну. 3. Знайти та натиснути кнопку підтвердження. 4. Перевірка переходу на домашню сторінку. 5. Знайти та натиснути кнопку створення проєкту. 6. Перевірка відображення модального вікна створення проєкту. 7. Заповнення тестових даних для першого проєкту. 8. Знайти та натиснути кнопку підтвердження. 9. Перевірка надсилання запиту на створення проєкту. 10. Надсилання тестових даних. 11. Перевірка появи елемента проєкту. 12. Знайти та натиснути на елемент картки проєкту. 13. Перевірка відображення модального вікна інформації про проєкт. 14. Перевірка відображення у модальному вікні інформації про проєкт у порівнянні з введеними тестовими даними. 15. Перевірка надсилання запиту на створення проєкту. 16. Надсилання тестових даних. 17. Перевірка появи елемента проєкту. 18. Перевірка кількості елементів проєктів. 19. Перевірка надсилання запиту на створення проєкту. 20. Надсилання тестових даних. 21. Перевірка появи елемента проєкту. 22. Перевірка кількості елементів проєктів. 23. Знайти та натиснути на другому проєкті кнопку видалення. 24. Перевірка надсилання запиту на	32 кроки 17/17 перевірок пройдено Тест завершено без помилок	32 кроки 17/17 перевірок пройдено Тест завершено без помилок

1	2	3
<p>видалення проєкту.</p> <p>25. Перевірка кількість елементів проєктів.</p> <p>26. Знайти та натиснути на першому проєкті кнопку оновлення.</p> <p>27. Заміна тестових даних.</p> <p>28. Перевірка надсилання запиту на оновлення проєкту.</p> <p>29. Перевірка кількість елементів проєктів.</p> <p>30. Знайти та натиснути на елемент картки першого проєкту.</p> <p>31. Перевірка відображення у модальному вікні інформації про проєкт у порівнянні з нововведеними тестовими даними.</p> <p>32. Закінчення тесту.</p>		
<p>E2E сценарій 4:</p> <p>1. Початок тесту – завантаження сторінки.</p> <p>2. Введення даних користувача для логіну.</p> <p>3. Знайти та натиснути кнопку підтвердження.</p> <p>4. Перевірка переходу на домашню сторінку.</p> <p>5. Знайти та натиснути кнопку створення проєкту.</p> <p>6. Перевірка відображення модального вікна створення проєкту.</p> <p>7. Заповнення тестових даних для першого проєкту.</p> <p>8. Знайти та натиснути кнопку підтвердження.</p> <p>9. Перевірка надсилання запиту на створення проєкту.</p> <p>10. Надсилання тестових даних.</p> <p>11. Перевірка появи елемента проєкту.</p> <p>12. Знайти та натиснути на елемент картки проєкту.</p> <p>13. Перевірка відображення модального вікна інформації про проєкт.</p> <p>14. Перевірка відображення у модальному вікні інформації про проєкт у порівнянні з введеними тестовими даними.</p> <p>15. Перевірка надсилання запиту на створення проєкту.</p> <p>16. Надсилання тестових даних.</p>	<p>55 кроків</p> <p>2/2 перевірок пройдено</p> <p>Тест завершено без помилок</p> <p>Помилка оброблена</p>	<p>5 кроків</p> <p>2/2 перевірок пройдено</p> <p>Тест завершено без помилок</p> <p>Помилка оброблена</p>

1	2	3
<p>17. Перевірка появи елемента проєкту. 18. Перевірка кількість елементів проєктів. 19. Перевірка надсилання запиту на створення проєкту. 20. Надсилання тестових даних. 21. Перевірка появи елемента проєкту. 22. Перевірка кількість елементів проєктів. 23. Знайти та натиснути на кнопку створення портфеля. 24. Перевірка переходу на сторінку створення портфеля. 25. Заповнення даних першої стадії. 26. Знайти та натиснути на кнопку підтвердження першої стадії. 27. Перевірка переходу другу стадію створення портфеля. 28. Вибір сортування для створення проєктів (LOFI). 29. Перевірка порядку обраних проєктів. 30. Зміни сортування на FIFO+LIFO. 31. Перевірка зміни порядку вибраних проєктів. 32. Знайти та натиснути на кнопку підтвердження другої стадії. 33. Перевірка переходу третю стадію створення портфеля. 34. Перевірка наявності 2 проєктів у першому рівні. 35. Перевірка відсутності проєктів на другому рівні. 36. Перевіряє наявність одного проєкту на третьому рівні. 37. Знайти та перетягнути другий проєкт на другий рівень. 38. Перевірка зміни кількості проєктів першому рівні. 39. Перевіряє наявність проєкту на другому рівні. 40. Перевіряє наявність одного проєкту на третьому рівні. 41. Знайти та натиснути на кнопку підтвердження створення портфеля. 42. Перевірка переходу на сторінку підтвердження проєкту. 43. Перевіряє наявність одного проєкту на</p>		

Продовження табл. 4.1.

1	2	3
<p>першому рівні.</p> <p>44. Перевіряє наявність одного проєкту на другому рівні.</p> <p>45. Перевіряє наявність одного проєкту на третьому рівні.</p> <p>46. Знайти та натиснути на картку проєкту на другому рівні.</p> <p>47. Перевірка відкриття модального вікна інформації про другий проєкт.</p> <p>48. Перевірка відповідності даних другого проєкту із тестовими даними.</p> <p>49. Знайти та натиснути на кнопку підтвердження створення портфеля.</p> <p>50. Перевірка на надсилання запиту на створення проєктів.</p> <p>51. Надсилання тестових даних.</p> <p>52. Перевірка переходу на домашню сторінку.</p> <p>53. Перевірка кількості карток проєктів.</p> <p>54. Перевірка появи картки портфеля.</p> <p>55. Закінчення тесту.</p>		
<p>Тестування навантаження сценарій 1 (Проекти). Кількість: 10000 рядків. Користувачів: 1. Час: 3 хвилини.</p>	10000/10000 < 3 хв.	10000/10000 0.98 хв.
<p>Тестування навантаження сценарій 2 (Проекти). Кількість: 1000000 рядків. Користувачів: 1. Час: 3 хвилини.</p>	1000000 /1000000 < 3 хв.	711302/1000000 7.76 хв. #0045A5 error Test time error
<p>Тестування навантаження сценарій 3 (Проекти). Кількість: 10000 рядків. Користувачів: 10 одночасно. Час: 5 хвилини</p>	100000/100000 < 5 хв.	100000/100000 2.23 хв.
<p>Тестування навантаження сценарій 4 (Проекти). Кількість: 10000 рядків. Користувачів: 100 користувачів одночасно. Час: 5 хвилини.</p>	1000600/1000000 < 5 хв.	832078/1000000 16.96 хв. #0048A5 error Test time error
<p>Навантажувальне тестування сценарій 5 (Проекти). Кількість: 10000 рядків. Користувачів: 100 користувачів діапазон 30</p>	1000000/1000000 < 5 хв.	1000000/1000000 2.96 хв.

Продовження табл. 4.1.

1	2	3
секунд. Час: 5 хвилин.		
Тестування навантаження сценарій 6 (Портфелі). Кількість: 10000 рядків. Користувачів: 1. Час: 5 хвилин.	10000/10000 < 5 хв.	10000/10000 2.78 хв.
Тестування навантаження сценарій 7 (Портфелі). Кількість: 1000000 рядків. Користувачів: 1. Час: 5 хвилин.	1000000 /1000000 < 5 хв.	345752/1000000 6.11 хв. #0045A5 error Test time error
Тестування навантаження сценарій 8 (Портфелі). Кількість: 10000 рядків. Користувачів: 10 одночасно. Час: 10 хвилин	100000/100000 < 10 хв.	100000/100000 4.82 хв.
Тестування навантаження сценарій 9 (Портфелі). Кількість: 10000 рядків. Користувачів: 100 користувачів одночасно. Час: 10 хвилин.	1000000/1000000 < 10 хв.	1000000/1000000 9.96 хв.
Навантажувальне тестування сценарій 10 (Портфелі). Кількість: 10000 рядків. Користувачів: 100 користувачів діапазон 30 секунд. Час: 10 хвилин.	1000000/1000000 < 10 хв.	1000000/1000000 7.45 хв.

Відповідно до цієї таблиці ми можемо зазначити, що основні компоненти покривають внутрішнє тестування, що зменшує ймовірність виникнення нових помилок при подальшій розробці нових модулів. Тестування e2e перевіряє основні сценарії взаємодії користувача та системи, що дозволяє переконатися в правильній роботі системи. Навантажувальне тестування показує можливі межі роботи нашої системи, її обмеження та правила використання. Для цього прототипу існують обмеження в 1 мільйон записів одночасно, а також в 100 користувачів на ітерацію. Однак якщо розділити цих користувачів у діапазоні 5 хвилин через кожні 30 секунд, система працює справно. Також ми можемо

побачити, що процес створення проєктів швидше за створення портфеля, так як при його створенні потрібно зробити додатковий запис в декількох сутностях.

4.5. Технічні проблеми та майбутні плани розробки

Технічна проблема [15, 16] – це метафора програмної інженерії, що позначає накопичені в архітектурі або програмному коді проблеми, пов'язані з нехтуванням якості при розробці програмного забезпечення та викликають додаткові витрати праці в майбутньому. Технічна проблема зазвичай непомітний для кінцевих користувачів продукту, а пов'язаний з недоліками в супровідності, тестованості, зрозумілості, модифікованості, переносимості. За аналогією з фінансовим боргом, технічна проблема може обростати «відсотками» – ускладненням (або навіть неможливістю) продовження розробки, додатковим часом, який розробники витратять на зміну програмного продукту, виправлення помилок, супровід тощо.

Технічні проблеми поточного проєкту містить:

- зміна дизайну програми;
- оптимізація компонентів програми [16, 17];
- розширення алгоритмів сортування.

Плани щодо майбутньої зміни функціоналу:

- додати нові елементи до створення як проєктів, так і портфеля;
- вивести систему на загальне використання (можливе поєднання з іншими системами подібної тематики);
- генерація результату у вигляді pdf [18, 19].

4.6. Висновки за четвертим розділом

За результатами практичної реалізації розроблених моделей та методів інтелектуального управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва можна зробити наступні висновки:

1. Відповідно до розроблених моделей та методів інформаційної технології управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва, запропонований проєкт, у якому були випробувані результати дисертаційного дослідження. Результатом цього проєкту є створення інформаційної системи управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. Визначено, на яких платформах працюватиме майбутній продукт, вимоги до інтерфейсу та виявлено, які інструменти будуть використовуватися під час розробки для досягнення запланованих результатів. Спроектовано архітектуру застосунку та бази даних, яка визначає майбутній успіх програмного продукту, що впливає на всі аспекти розробки, від якості до продуктивності та базу даних.

2. Описано процес практичної реалізації проєкту створення інформаційної технології управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва, який досяг 95% і знаходиться на етапі створення прототипу, що має весь запланований функціонал та попередній варіант дизайну.

3. Визначені основні функціональні вимоги до додатку, пріоритети розробки яких визначено на першому етапі, а також визначені додаткові функції, які покращують зручність та привабливість продукту для користувачів.

Результати досліджень третього розділу опубліковані у роботі [3].

Список використаних джерел до розділу 4

1. Автоматизоване тестування. URL: <https://qalight.ua/baza-znaniy/avtomatizovane-testuvannya/> (дата звернення: 24.10.2024).
2. Патерни проєктування. URL: <https://refactoring.guru/uk> (дата звернення: 24.10.2025).
3. Куліков О.М., Ткаченко В.Ф. Інформаційна технологія управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2025. Вип. 64. С. 94-108. DOI: <https://www.doi.org/10.32347/2412-9933.2025.64.94-108>.

4. Angular. URL: <https://angular.dev/overview> (дата звернення: 24.10.2025).
5. TypeScript. URL: <https://www.typescriptlang.org/> (дата звернення: 24.10.2025).
6. JavaScript: Adding interactivity. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn_web_development/Getting_started/Your_first_website/Adding_interactivity (дата звернення: 24.10.2025).
7. RxJs. URL: <https://rxjs.dev/> (дата звернення: 24.10.2025).
8. HTML5. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML5> (дата звернення: 24.10.2025).
9. CSS/CSS3. URL: <https://devdoc.net/web/developer.mozilla.org/en-US/docs/CSS/CSS3.html> (дата звернення: 24.10.2025).
10. Botstrap docs. URL: <https://getbootstrap.com/docs/5.3/getting-started/introduction/> (дата звернення: 24.10.2025).
11. A history of Node.js. URL: <https://builtinnode.com/2019/05/04/a-history-of-node-js/> (дата звернення: 04.11.2025).
12. Node.js Releases. URL: <https://nodejs.org/en/about/previous-releases> (дата звернення: 04.11.2025).
13. Express. URL: <https://expressjs.com/> (дата звернення: 05.10.2025).
14. NextJS. URL: <https://docs.nestjs.com/> (дата звернення: 05.10.2025).
15. MongoDB. URL: <https://www.mongodb.com/> (дата звернення: 05.10.2025).
16. Atomic Design for Developers: Better Component Composition and Organization. URL: <https://benjaminwfox.com/blog/tech/atomic-design-for-developers> (дата звернення: 07.10.2025).
17. Web Application Architecture: The Latest Guide 2024. URL: <https://peiko.space/blog/article/web-application-architecture> (дата звернення: 07.10.2025).

18. Complete guide to PDF.js: The leading JavaScript library for PDF rendering. URL: <https://www.nutrient.io/blog/complete-guide-to-pdfjs/> (дата звернення: 17.10.2025).
19. PDFKit. URL: <https://pdfkit.org/> (дата звернення: 17.10.2025).

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі запропоновано вирішення актуальної науково-прикладної задачі, що полягає в розробці нових та вдосконалені існуючих моделей, методів та інформаційної технології управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

За результатами наукового дослідження були зроблені наступні висновки:

1. Враховуючи загальну здатність транспортної галузі забезпечувати потреби економіки та населення, стан дорожнього господарства залишається стримувальним чинником економічного відновлення й сталого розвитку через хронічне недофінансування, погіршення якості доріг і зростання суспільно-економічних втрат. Виявлені проблеми зумовлюють необхідність переходу від фрагментарного управління окремими проєктами до стратегічного та портфельно-орієнтованого підходу, який дозволяє підвищити узгодженість рішень, ефективність використання ресурсів і відповідність європейським стандартам управління. Аналіз існуючих моделей і методів засвідчив їх обмежену придатність до специфіки дорожнього будівництва та потребу в подальшому розвитку науково-методичного інструментарію. Встановлено, що сучасні інформаційні технології лише частково задовольняють потреби портфельного управління в галузі, що обґрунтовує доцільність розробки нових моделей, методів та спеціалізованої інформаційної технології управління портфелями проєктів дорожнього будівництва з урахуванням стратегічних пріоритетів, ресурсних обмежень і ризиків.

2. Розроблена концептуальна модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва, яка побудована за допомогою моделі «Компас», що ґрунтується на включенні проєктів до відповідного портфеля з урахуванням часової та ціннісної актуальності. Це може бути реалізовано за рахунок використання стратегій FEFO, FIFO, LIFO та HIFO для забезпечення ефективного визначення актуальних проєктів та узгодження їх з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо).

3. Одержала подальший розвиток математична модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва, яка дозволяє описати, в рамках певного портфеля проєктів, кожен окремий проєкт за допомогою факторів таких, як: пріоритет, вартість, тривалість, ризик, вигоди для замовника проєкту та код проєктного менеджера. Її реалізація запропонована автором за допомогою дерева рішень для вибору стратегії формування портфелю проєктів в галузі дорожнього будівництва, що забезпечить ефективне та своєчасне визначення актуальних проєктів за допомогою застосування стратегій FIFO, LIFO, FEFO та HIFO, які дозволяють узгодити означені проєкти з наявними ресурсами (матеріальними, фінансовими, людськими тощо) в певний момент часу.

4. Удосконалено метод формування портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва на основі адаптації логістичних стратегій FIFO, LIFO, FEFO та HIFO, який забезпечує стратегічну узгодженість, оптимізує використання ресурсів та зменшує управлінські ризики. Запропонований підхід легко інтегрується з цифровими системами ERP, GIS, BI, забезпечує гнучкість реагування на зовнішні зміни, прозорість оцінювання та створює надійну основу для контролю і звітності. Це дозволяє ефективно впроваджувати метод як на державному, так і регіональному рівнях, сприяючи підвищенню якості управління дорожніми проєктами та їхньої реалізації в умовах післявоєнного відновлення й економічної стабілізації.

5. Запропонований метод управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва відзначається системністю, адаптивністю та логічною завершеністю. Його структура дозволяє послідовно проходити всі етапи, від ініціації до оцінки ефективності, з можливістю циклічного повернення у разі виявлення відхилень чи нових викликів. Основними перевагами є інтеграція цифрових інструментів, пріоритизація проєктів за логістичними стратегіями (FIFO, LIFO, FEFO, HIFO), а також гнучке реагування на ризики. Метод забезпечує не лише ефективну реалізацію технічних завдань, а й підвищує прозорість управління, узгодженість зі стейкхолдерами та досягнення соціально-економічних результатів. Його використання дає змогу приймати обґрунтовані

рішення на кожному етапі життєвого циклу портфеля. У цілому, метод формує новий підхід до управління інфраструктурними програмами в умовах невизначеності та ресурсних обмежень.

6. Запропоновано інформаційну систему управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва, зокрема визначено, на яких платформах працюватиме майбутній продукт, вимоги до інтерфейсу та виявлено, які інструменти будуть використовуватися під час розробки для досягнення запланованих результатів. Спроектовано архітектуру застосунку та бази даних, яка визначає майбутній успіх програмного продукту, що впливає на всі аспекти розробки, від якості до продуктивності та бази даних.

7. Проведено впровадження розроблених моделей, методів та інформаційної технології в практичну діяльність підприємств, установ та організації транспортного комплексу в процесі формування та управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. Проведено оцінку їхньої ефективності, що підтвердило позитивний вплив на якість виконання проєктів, скорочення строків реалізації й підвищення процесу управління.

Практичне значення результатів роботи підтверджується впровадженням їх в практику управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва та забезпеченням підвищення ефективності управління ними.

Реалізація розроблених моделей, методів та інформаційної технології на практиці дозволяє покращити інтеграцію цифрових інструментів, пріоритизацію проєктів за логістичними стратегіями (FIFO, LIFO, FEFO, HIFO), а також забезпечує не лише ефективну реалізацію технічних завдань, а й підвищує прозорість управління, узгодженість зі стейкхолдерами та досягнення соціально-економічних результатів. Що в результаті дає позитивний ефект у вигляді економії часу реалізації портфелів проєктів, а також ефективного використання бюджету на 7-10% у порівнянні з подібними портфелями проєктів, виконаними до їхнього застосування. Це підтверджує практичну значущість дослідження та його користь для покращення процесу формування та управління портфелями проєктів у галузі дорожнього будівництва.

Науково-практичні результати, що були отримані в цьому дослідженні, можна використовувати в діяльності підприємств, установ, організації будь-якої форми власності та сфери бізнесу в процесі формування та управління портфелями проєктів.

Подальші перспективи наукового дослідження доцільно спрямувати на:

- розробку та апробацію економіко-математичних моделей формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва, що враховують багатокритеріальність, ризики, обмеженість ресурсів і невизначеність зовнішнього середовища, зокрема в умовах воєнного та післявоєнного періодів;
- створення та впровадження інтегрованої інформаційної технології портфельного управління дорожніми проєктами, заснованої на поєднанні ERP-, GIS-, BI- та аналітичних інструментів, для підтримки стратегічних управлінських рішень і забезпечення прозорості та контрольованості процесів;
- дослідження механізмів оцінювання ефективності портфелів проєктів дорожнього будівництва, з урахуванням економічних, соціальних, екологічних і безпекових ефектів, а також узгодження стратегічних цілей держави, регіонів і ключових стейкхолдерів.

ДОДАТКИ

Додаток А

Акти впровадження

Генеральний директор
Комунальної корпорації «Київавтодор»

Олександр ФЕДОРЕНКО

М.П.  2025 р.

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи Кулікова О.М.
«Інформаційна технологія управління портфелем проектів
в галузі дорожнього будівництва»

Цим актом підтверджується, що науково-практичні результати дисертаційного дослідження Кулікова О.М., а саме моделі, методи та інформаційна технологія управління портфелем проектів в галузі дорожнього будівництва, були використані під час реалізації різних портфелів проектів, що виводувались протягом 2024-2025 років.

Використання розроблених дисертацією нових наукових результатів дозволило підвищити ефективність управління наступними портфелем проектів:

- реконструкція транспортної розв'язки на перехресті вул. Богатирської з вул. Полярною в Оболонському районі;
- капітальний ремонт ділянки дороги Т-10-27 Київське півкільце від вулиці Вагута до Одеської площі;
- капітальний ремонт шляхопроводу на перехресті вул. Новокосятинської з під'їздом залізничними коліями по вул. Портової та двома автопробідами в м. Києві;
- капітальний ремонт просп. Повітрофлотського від Севастопольської площі до межі обслуговування в Солом'янському районі м. Києва;
- капітальний ремонт пробівної частини та тротуарів з водовідведенням по вул. Центральній Соловій у Дніпровському районі м. Києва.

Результати впровадження показали, що використання запропонованих моделей та методів дали позитивний ефект у вигляді економії часу на формування портфелів проектів на 7-10%, а також у вигляді зменшення часу та вартості реалізації самих проектів портфелю (в середньому на 5-8%).

Це підтверджує практичну значущість дослідження та його користь для підвищення ефективності процесів управління портфелем проектів в галузі дорожнього будівництва, що особливо актуально в умовах воєнного стану.

Начальник відділу
економічного аналізу та фінансів



Оксана БОНДАРЕНКО



ЗАТВЕРДЖЕНО
Начальник підприємства
«Київавтошляхміст»

Богдан КОБЕРНЮК

«09» вересня 2026 року

АКТ

**проведення результатів дисертаційної роботи КУЛІКОВА О.М.
«Інформаційна технологія управління портфелями проектів
в галузі дорожнього будівництва»**

Результати дисертаційної роботи КУЛІКОВА О.М., а саме:

- математична модель формування портфелів проектів в галузі дорожнього будівництва, яка дозволяє описати, в рамках певного портфеля проектів, кожен окремий проект за допомогою факторів таких, як: пріоритет, вартість, тривалість, ризик, вигоди для замовника проекту та код проєктного менеджера;

- метод управління портфелем проектів у галузі дорожнього будівництва, основними перевагами якого є інтеграція цифрових інструментів, пріоритизація проектів за різними логістичними стратегіями (FIFO, LIFO, FEFO, NIFO), а також гнучке реагування на ризики;

- метод формування портфеля проектів у галузі дорожнього будівництва на основі адаптації логістичних стратегій FIFO, LIFO, FEFO та NIFO, який забезпечує стратегічну узгодженість, оптимізує використання ресурсів та зменшує управлінські ризики.

були використані на підприємстві в 2025 р. в процесі управління портфелем проектів, який складався з наступних проектів:

Назва	Вартість робіт, грн	Термін виконання	Примітка
Протизаварійні заходи до ремонту стелі та консолей плит прогонових будов ПРК правобережної частини "В" Південного мостового переходу (з боку мосту ім. Є.О. Палова) в м. Києві	7 518 233,000	31.12.2025 р.	
Протизаварійні заходи для забезпечення безпечної експлуатації конструкцій шпалопроводу на перетині проспекту Багача з дублером Харківського шосе біля станції метро	3 088 857,410	31.12.2026 р.	

«Харківська» та консервації його технічного сталю (послуги з відновлення бетонних конструкцій).			
Противарійні заходи з відновлення (заміни) несних конструкцій мосту для забезпечення безпечної експлуатації мосту через дренажний канал на о. Труханів в м. Київ	6 995 946,000	31.12.2026 р.	
Противарійні заходи з відновлення несних конструкцій перехідних прогонів мосту через р. Десна в м. Київ	112,768,531	31.12.2026 р.	

Застосування розроблених КУЛІКОВИМ О.М. науково-практичних інструментів управління портфелями проектів в галузі дорожнього будівництва дозволило знизити час на формування річного портфелю проектів та на прийняття управлінських рішень під час реалізації проектів портфелю на 10-15% порівняно з реалізацією портфелю проектів в 2024 році.

Головний економіст



Ганна МІСЮРА

Додаток Б

Список опублікованих праць за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Куліков О.М., Заяц О.В., Оксамитна Л.П. Сучасні підходи до управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами*. Харків: НТУ «ХПІ», 2023. № 1(7). С. 42-50. (0,4 д.а.). DOI: <https://www.doi.org/10.20998/2413-3000.2023.7.6>. URL: <http://pm.khpi.edu.ua/article/view/289196>. ISSN 2311-4738. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, WorldCat, Directory of Open Access Scholarly Resources, Open Access Infrastructure for Research in Europe, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, Polska Bibliografia Naukowa, Bielefeld Academic Search Engine, Наукова періодика України).

Автором проведено дослідження сучасних підходів до управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

2. Куліков О.М., Морозова Г.С. Концептуальна модель формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. Вип. 58. С. 42-52. (0,5 д.а.). DOI: <https://www.doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.42-52>. ISSN 2219-5300. Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Наукова періодика України).

Автором запропоновано концептуальну модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

3. Данченко О.Б., Куліков О.М. Методи управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2025. Вип. 117. Част. 2. С. 486-502. (0,3 д.а.). DOI: <https://www.doi.org/10.33744/0365-8171-2025-117.2-486-502>. ISSN 2707-4099.

Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Наукова періодика України).

Автором запропоновано метод управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

4. Куліков О.М., Ткаченко В.Ф. Інформаційна технологія управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2025. Вип. 64. С. 94-108. DOI: <https://www.doi.org/10.32347/2412-9933.2025.64.94-108>. (0,7 д.а.). ISSN 2219-5300.

Фахове видання категорії Б (включене до Index Copernicus, Наукова періодика України).

Автором запропоновано інформаційну технологію управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

Опубліковані праці апробаційного характеру

5. Куліков О.М., Оксамитна Л.П. Особливості управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2022)*. Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 2-3 грудня 2022 року). Том 1. Одеса : ШІПР, 2022. С. 38-43. (0,3 д.а.). URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4631/1/Одеса%202022-23.pdf>.

Автором проаналізовано особливості управління портфелями проєктів в галузі дорожнього будівництва.

6. Куліков О.М., Оксамитна Л.П., Ткаченко В.Ф. Сучасні інформаційні технології для управління портфелями проєктів. *Управління проєктами у розвитку суспільства*. Тези доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 12 травня 2023 року). Київ: КНУБА, 2023. С. 142-146. (0,3 д.а.). URL: <https://er.chdtu.edu.ua/bitstream/ChSTU/4632/1/Тези%20Київ-2023.pdf>.

Автором проаналізовано сучасні інформаційні технології для управління портфелями проєктів.

7. Куліков О.М., Оксамитна Л.П. Огляд стратегій складської логістики для формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2023)*. Тези доповідей VIII Міжнародної

науково-практичної конференції (м. Одеса, 1-2 грудня 2023 року). Том 1. Одеса : ШІР, 2023. С. 23-28. (0,3 д.а.). URL: https://drive.google.com/file/d/1HGL3-PVNVjU66GZJenF_zPA_t1YcTRpR/view?usp=drive_link.

Автором проаналізовано стратегії складської логістики з метою їхнього застосування для формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

8. Куліков О.М., Данченко О.Б. Модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОИТ-2024)*: тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції, (Черкаси, 23-24 травня 2024 р.). Черкаси : ЧДТУ, 2024. С. 106-108. (0,2 д.а.). URL: https://knsa.chdtu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/Conference-Proceedings-ITEST-2024_13_06.pdf.

Автором запропоновано модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

9. Куліков О.М., Данченко О.Б. Математична модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва. *Project, Program, Portfolio Management (P3M-2024)*. Тези доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 6-7 грудня 2024 року). Том 1. Одеса : ШІР, 2024. С. 287-290. (0,2 д.а.). URL: <https://zenodo.org/records/15165174>.

Автором запропоновано математичну модель формування портфелів проєктів в галузі дорожнього будівництва.

10. Куліков О.М., Бедрій Д.І. Метод формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва. *Управління проєктами у розвитку суспільства*. Тези доповідей XXII міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 23 травня 2025 року). Київ: КНУБА, 2025. С. 152-156. (0,4 д.а.). URL: https://www.dropbox.com/scl/fo/2flw9iq9i3dnas97nrv3j/AAzR39NPw-YRSZYOTs7Vi4?dl=0&e=1&preview=%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8+PM_Kyiv25.pdf&rlkey=iccxxo3qk4qlz2fakqvuidt&st=ej1ykv94

Автором запропоновано метод формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва.

11. Куліков О.М., Бедрій Д.І. Метод управління портфелем проєктів у сфері дорожнього будівництва. *Інформаційні системи та інноваційні технології управління проєктами і програмами: тези допов. міжнар. наук.-практ. конф. (смт. Коблево, 15-20 вересня 2025 року)*. Харків-Коблево, 2025. С. 168-171. (0,3 д.а.). URL: <https://mmp-conf.org/documents/archive/proceedings2025.pdf>

Автором запропоновано метод управління портфелем проєктів у сфері дорожнього будівництва.

Додаток В

Сучасні програмні продукти для управління портфелями проєктів/ проєктами

Таблиця В1. Огляд сучасних програмних продуктів для управління портфелями проєктів

№ ш/п	Назва програмного продукту	Опис	Основні характеристики	Переваги	Недоліки
1	2 GanttPRO	3 Хмарна система для створення та управління проєктами онлайн на основі діаграми Ганта. Софт підходить для відстеження робочих процесів в реальному часі, контролю та управління ресурсами й оцінки результатів команди	4 Вартість: Basic – від \$7.99/міс. за члена команди при річній оплаті; Pro – від \$12.99/міс. за члена команди при річній оплаті; Business – від \$19.99/міс. за члена команди при річній оплаті. 14 днів безкоштовного періоду. Мови: англ., нім., іспан., португ. Для кого: підходить будь-яким організаціям та командам, є готові шаблони для управління проєктами. Рейтинг: Sarteeta – 4,8/5. Startrack – 4,9/5	5 1. Оповіщення в режимі реального часу. 2. Командна взаємодія: коментарі, згадки, вкладення. 3. Служба підтримки онлайн. 4. Історія змін проєкту, відміна дій. 5. Інтуїтивний інтерфейс. 6. Управління членами команди та віртуальними ресурсами. 7. Експорт проєктів в різні формати (PDF, PNG та Excel). 8. Можливість ділитися з незареєстрованими користувачами публічним посиланням на проєкт. 9. Бібліотека готових шаблонів. 10. Інтеграція з Jira, Google Drive. 11. Можливість переключення на дошку задач	6 Відсутність безкоштовної версії

1	2	3	4	5	6
2.	Good Day	Онлайн-платформа для управління проектами та портфелями, яка надає інструменти для планування, щоденної роботи та постійного покращення процесів. Програма допомагає фокусуватися на самому важливому та відстежувати актуальні задачі. Можливість планування повторюваних подій економить особистий та командний час	Вартість: від \$4/міс., є безкоштовна версія. Безкоштовний пробний період – 14 днів. Мови: англ. Для кого: стартапи, середні та великі компанії. Рейтинг: Sarteqa – 4,7/5	1. Інтеграція з електронною поштою та календарем. 2. Переключення з діаграми Ганта на дошку задач. 3. Розширений пошук. 4. Повідомлення в реальному часі. 5. Оцінка прогнозів, тенденцій та ризиків	1. Довгий відклик онлайн підтримки на сайті. 2. Недостатньо підтримуваних мов
3.	MS Project	Локальна система, яка дозволяє управляти проектами та контролювати робочі процеси. Програма – одна із самих популярних на ринку, однак клієнти часто стикаються із труднощами в управлінні інтерфейсом на початковому етапі. З метою економії часу на навчання великих команд, вони часто починають	Вартість: від \$10/міс. за члена команди при річній оплаті. Безкоштовний пробний період – 15 днів. Мови: англ., франц., нім., іспан., тощо. Для кого: для команд та великих підприємств, які управляють проектами в галузі маркетингу, IT, розробки ПЗ, управління операціями тощо. Рейтинг: Sarteqa – 4,4/5.	1. Управління задачами. 2. Планування та контроль ресурсів. 3. Регулювання інвестицій	1. Висока ціна. 2. Складний користувацький інтерфейс. 3. Додаткові платні інструменти

1	2	3	4	5	6
4.	Easy Projects	<p>шукати альтернативу MS Project</p> <p>Проста та надійна програма управління портфелями проєктів, яка замінить Excel та електронну пошту. За її допомогою можна планувати та управляти проєктами/портфелями проєктів, ресурсами, бюджетом та часом, а також візуалізувати й відстежувати прогрес на шляху до бізнес-цілі</p>	<p>Вартість: \$12,58/міс. за члена команди при річній оплаті. Безкоштовний пробний період – 15 днів.</p> <p>Мови: англ., франц., нім., іспан., та ін.</p> <p>Для кого: для команд та великих підприємств, які управляють проєктами в галузі маркетингу, IT, розробки ПЗ, управління операціями тощо.</p> <p>Рейтинг: Sapiega – 4,4/5</p>	<p>1. Переключення між діаграмою Ганта та канбан-дошкою.</p> <p>2. Мобільний додаток.</p> <p>3. Інтеграція з 1000+ додатків (Outlook, Evernote, Jira, Slack тощо).</p> <p>4. Планування ресурсів.</p> <p>5. Облік часу</p>	Деякі труднощі в управлінні інтерфейсом
5.	ITM Platform	<p>Система управління проєктами, програмами та портфелями проєктів. Дає змогу спілкуватися з командою та повідомляти про результати проєкту в Slack, імпортувати діаграми Ганта із MS Project, слідувати за статусами задач та підключати софт до діючих систем, за допомогою API для розробників</p>	<p>Вартість: за запитом.</p> <p>Безкоштовний пробний період – 14 днів.</p> <p>Мови: англ., іспан., португ.</p> <p>Для кого: середні та великі організації.</p> <p>Рейтинг: Sapiega – 4,4/5</p>	<p>1. Можливість переключатися з діаграм Ганта на вид канбан.</p> <p>2. Мобільний додаток для IOS/Android.</p> <p>3. Інтеграція зі звичними інструментами (Slack, MS Project тощо).</p> <p>4. Можливість ведення Agile та Waterfall проєктів.</p> <p>5. Аналіз ризиків.</p>	Немає функції drag&drop в режимі діаграм Ганта

Продовження табл. В1.

1	2	3	4	5	6
6.	Monday.com	Інтуїтивна програма управління портфелем проєктів. Серед її можливостей контроль за дедлайнами, робочим навантаженням, створення залежностей та дашбордів. Оптимізація та автоматизація робочого процесу економить час та дозволяє зосередитися на тому, що дійсно вимагає уваги	Вартість: від \$8/міс. Безкоштовний пробний період – 14 днів. Мови: нім., англ., франц., японс., тощо. Для кого: для команд від 5 осіб та великих компаній. Рейтинг: Carta – 4,6/5	1. Спільна робота над проєктом онлайн. 2. Додаток для IOS/Android. 3. Підтримка клієнтів 24/7. 4. Інтеграція із різними інструментами (Gmail, Mailchimp, Slack тощо). 5. Бібліотека готових шаблонів	1. Деякі опції системи недоступні в базовому тарифі (вид календаря, діаграма Ганта, інтеграція з Zoom, розширений пошук). 2. Складнощі з навігацією мобільного додатку
7.	ServiceNow	Спеціалізована програма для управління портфелем проєктів. Для організації ефективної роботи користувачам доступні чат, база знань та Live Feed. Ці інструменти допомагають оптимізувати робочі процеси та взаємодію між членами команди	Вартість: за запитом. Безкоштовний пробний період – 14 днів. Мови: англ., франц., нім. та ін. Для кого: середній та великий бізнес. Рейтинг: Carta – 4,4/5	1. Подача заявок щодо ініціації проєктів через різні канали. 2. Прозорість дій. 3. Вбудовані інструменти. 4. Хмарні сховища. 5. Регулярний безкоштовний апгрейд	1. Недостатньо інформації про продукт на офіційному сайті. 2. Виникають проблеми в браузері Internet Explorer
8.	Workfront	Онлайн-система управління проєктами та портфелями проєктів, яка об'єднує роботу команди в одному місці. За її	Вартість: за запитом. Є безкоштовна демо-версія. Мови: англ., нім., датська, шведська. Для кого: працівники сфери	1. Оповіщення в режимі реального часу. 2. Можливість ведення Agile та Waterfall проєктів. 3. Інтеграція з додатковими	1. Підходить для більш вузького кола спеціалістів. 2. Відсутність інформації про ціни

1	2	3	4	5	6
		допомогою менеджери можуть оптимізувати вхідні запити, розставити пріоритети, перевіряти різні сценарії перед внесенням змін у хід проєкту та складати звіти про виконані роботи	ІТ, маркетингу, продажів. Рейтинг: Carta – 4,3/5	інструментами. 4. Онлайн-підтримка 24/7. 5. Відстеження статусів та дедлайнів	та тарифи
9.	Sciforma	Для управління портфелями проєктів софт дозволяє працювати з ідеями, розподіляти ресурси, відстежувати час та своєчасно відхиляти проєктів, які не підходять компанії	Вартість: за запитом. Є безкоштовний пробний період. Мови: англ., франц., нім., японська. Для кого: офіси управління портфелем проєктів (РМО). Рейтинг: Carta – 4,4/5	1. Динамічна оцінка бізнес-кейсів. 2. Управління бюджетами. 3. Позначення проміжних етапів. 4. Автоматизація процесів РРМ. 5. Розрахунок економії та рентабельності інвестицій. 6. Візуалізація ризиків та вигід	Відсутність мобільного додатку
10.	Planview AdaptiveWork (ex. Clarizen)	Хмарна система для управління робочими процесами. В режимі реального часу програма допоможе розставити пріоритети компанії, спланувати важливі події та грамотно управляти ресурсами організації	Вартість: за запитом. Є безкоштовний пробний період. Мови: англ., нім., франц., іспан., та ін. Для кого: команди від 50 осіб. Рейтинг: Carta – 4,2/5	1. Додатки для IOS/Android. 2. Створення звітів для ефективного прийняття рішень. 3. Інтеграція системи з Salesforce, Box, Intacct, JIRA. 4. Кригічний шлях. 5. Історія робочого процесу	1. Відсутність інформації про ціни та тарифи. 2. Управління портфелями проєктів доступне тільки за умови повної підписки. 3. Складний інтерфейс

Додаток Г

Фрагменти програмного коду інформаційної системи управління
портфелями проєктів

Додаток Г1. Фрагмент коду інтерфейсу створення проєкту

```

<p-dialog
  [header]="formData._id ?
    `${'pages.portfolio.dialog.updateDialogHeaderFirstPart' | translate}
    ${formData.name} ${'pages.portfolio.dialog.updateDialogHeaderLastPart' |
    translate}` :
    `${'pages.portfolio.dialog.createDialogHeader' | translate}`"
  header="Edit Profile"
  [modal]="true"
  [(visible)]="visible"
  (visibleChange)="visibleOnChange()"
  [style]="{ width: '40rem' }">
  <form #form="ngForm" class="flex flex-col gap-4 w-full sm:w-56">
    <div class="form-container row">
      <div class="form-container column">
        <div class="flex flex-col gap-1">
          <label for="name" class="bold">{{'pages.portfolio.dialog.nameLabel'
| translate}}</label>
          <input
            pInputText
            type="text"
            id="name"
            [placeholder]="'pages.portfolio.dialog.namePlaceholder' |
translate"
            [pTooltip]="'pages.portfolio.dialog.nameTollltip' | translate"
            tooltipPosition="right"
            name="name"
            [(ngModel)]="formData.name"
            [ngModelOptions]="{ standalone: true }"
            #name="ngModel"
            [invalid]="name.invalid && (name.touched || form.submitted)"
            required />
          @if (name.invalid && (name.touched || form.submitted)) {
            <p-message severity="error" size="small"
variant="simple">{{'pages.portfolio.dialog.nameRequired' | translate}}</p-
message>
          }
        </div>
        <div class="flex flex-col gap-1">
          <label for="subinfo"
class="bold">{{'pages.portfolio.dialog.subinfoLabel' | translate}}</label>
          <input
            pInputText
            type="text"

```

```

        id="subinfo"
        [placeholder]=" 'pages.portfolio.dialog.subinfoPlaceholder' |
translate"
        [pTooltip]=" 'pages.portfolio.dialog.subinfoTollltip' | translate"
        tooltipPosition="right"
        name="subinfo"
        [(ngModel)]="formData.subinfo"
        [ngModelOptions]="{ standalone: true }"
        #subinfo="ngModel"
        [invalid]="subinfo.invalid && (subinfo.touched || form.submitted)"
        required />
        @if (subinfo.invalid && (subinfo.touched || form.submitted)) {
            <p-message severity="error" size="small"
variant="simple">{{ 'pages.portfolio.dialog.subinfoRequired' | translate}}</p-
message>
        }
    </div>
    <div class="flex flex-col gap-1">
        <label for="priority"
class="bold">{{ 'pages.portfolio.dialog.priorityLabel' | translate}}</label>
        <p-inputnumber
            inputId="priority"
            [showButtons]="true"
            buttonLayout="horizontal"
            [pTooltip]=" 'pages.portfolio.dialog.priorityTollltip' | translate"
            tooltipPosition="right"
            name="priority"
            [(ngModel)]="formData.priority"
            [ngModelOptions]="{ standalone: true }"
            #priority="ngModel"
            [invalid]="priority.invalid && (priority.touched ||
form.submitted)"
            required
            [min]="1"
            [max]="10"
            [step]="1"
            [minFractionDigits]="0" >
                <ng-template #incrementbuttonicon>
                    <span class="pi pi-plus"></span>
                </ng-template>
                <ng-template #decrementbuttonicon>
                    <span class="pi pi-minus"></span>
                </ng-template>
            </p-inputnumber>
        @if (priority.invalid && (priority.touched || form.submitted)) {
            <p-message
                severity="error"
                size="small"
                variant="simple"
            >

```

```

        {{'pages.portfolio.dialog.priorityRequired' | translate}}
    </p-message>
    }
</div>
<div class="flex flex-col gap-1">
    <label for="type" class="bold">{{'pages.portfolio.dialog.typeLabel'
| translate}}</label>
    <p-select
        inputId="type"
        [options]="items"
        [(ngModel)]="formData.type"
        [ngModelOptions]="{ standalone: true }"
        #type="ngModel"
        [placeholder]='pages.portfolio.dialog.typeTooltip' | translate"
        [pTooltip]='pages.portfolio.dialog.typeTooltip' | translate"
        tooltipPosition="right"
        class="w-full md:w-56" />
        @if (type.invalid && (type.touched || form.submitted)) {
            <p-message severity="error" size="small"
variant="simple">{{'pages.portfolio.dialog.typeRequired' | translate}}</p-
message>
        }
    </div>
    <p-divider />
    <div class="flex flex-col gap-1">
        <label for="responsibleName"
class="bold">{{'pages.portfolio.dialog.responsibleNameLabel' |
translate}}</label>
        <input
            pInputText
            type="text"
            id="responsibleName"
            [placeholder]='pages.portfolio.dialog.responsibleNamePlaceholder'
| translate"
            [pTooltip]='pages.portfolio.dialog.responsibleNameTooltip' |
translate"
            tooltipPosition="right"
            name="responsibleName"
            [(ngModel)]="formData.responsibleName"
            [ngModelOptions]="{ standalone: true }"
            #responsibleName="ngModel"
            [invalid]="responsibleName.invalid && (responsibleName.touched ||
form.submitted)"
            required />
            @if (responsibleName.invalid && (responsibleName.touched ||
form.submitted)) {
                <p-message severity="error" size="small"
variant="simple">{{'pages.portfolio.dialog.responsibleNameRequired' |
translate}}</p-message>
            }
    </div>

```

</div>

Додаток Г2. Фрагмент коду компонента створення проєкту

```

import { Component, Input, Output, EventEmitter } from '@angular/core';
import { TranslatePipe } from "@ngx-translate/core";
import { FormsModule } from '@angular/forms';

import { InputTextModule } from 'primeng/inputtext';
import { InputNumberModule } from 'primeng/inputnumber';
import { TextareaModule } from 'primeng/textarea';
import { CheckboxModule } from 'primeng/checkbox';
import { TooltipModule } from 'primeng/tooltip';
import { DividerModule } from 'primeng/divider';
import { MessageModule } from 'primeng/message';
import { SelectModule } from 'primeng/select';
import { DatePickerModule } from 'primeng/datepicker';
import { ButtonModule } from 'primeng/button';
import { CardModule } from 'primeng/card';
import { FieldsetModule } from 'primeng/fieldset';
import { DialogModule } from 'primeng/dialog';

import { IProjectData } from '@port/interfaces';
import { AppCommunicationService } from '@port/services/app-communication.service';
import { HttpService } from '@port/services/http.service';

@Component({
  selector: 'app-creation-dialog',
  standalone: true,
  imports: [
    FormsModule,
    InputTextModule,
    InputNumberModule,
    TextareaModule,
    CheckboxModule,
    ButtonModule,
    CardModule,
    FieldsetModule,
    DialogModule,
    TooltipModule,
    DividerModule,
    MessageModule,
    SelectModule,
    DatePickerModule,
    TranslatePipe,
  ],
  templateUrl: './creation-dialog.component.html',
  styleUrls: ['./creation-dialog.component.scss']
})
export class CreationDialogComponent {

```

```

@Input() visible: boolean = false;
@Input() formData: IProjectData = {
  _id: '',
  name: '',
  subinfo: '',
  type: '',
  responsibleName: '',
  responsibleSurname: '',
  responsibleLastname: '',
  managerName: '',
  managerSurname: '',
  managerLastname: '',
  responsibleOrganization: '',
  budget: 0,
  budgetSource: '',
  processDuration: 0,
  profit: 0,
  traffic: 0,
  forecastProjectTaskAmount: 0,
  road: '',
  distance: 0,
  mainRoad: false,
  inTown: false,
  town: '',
  addressStart: '',
  addressEnd: '',
  des: '',
  img: '',
  dateCreation: '',
  dateInitialization: '',
  permissionDuration: 0,
  score: 0,
  priority: 0,
  options: {
    eco: 0,
    war: 0,
    log: 0,
    soc: 0,
    struc: 0
  }
};
@Output() changeVisibleEvent = new EventEmitter<string>();
@Output() submissionEvent = new EventEmitter<string>();

public items = [
  { label: 'Міст', value: 'bridge' },
  { label: 'Ремонт', value: 'fix' },
  { label: 'Будівництво', value: 'build' },
  { label: 'Естакада', value: 'overpass' },
  { label: 'Тунель', value: 'tunnel' },

```

```

    { label: 'Об'їзд', value: 'detour' },
    { label: 'З'їзд', value: 'cong' },
    { label: 'Цифровізація', value: 'digitalization' },
  ]
  constructor(
    private appCommunicationService: AppCommunicationService,
    private httpService: HttpService
  ) {}

  public visibleOnChange(): void {
    this.changeVisibleEvent.emit('creation');
  }

  public getAllProjects(): void {
    this.submissionEvent.emit();
  }

  public updateProject(id: string, form: any) {
    if (form.valid) {
      form.resetForm()
      this.httpService.updateProject(id, this.formData)
        .subscribe((data: any) => {
          if (data) {
            this.getAllProjects()
          }
        })
      this.formData = Object.assign(this.appCommunicationService.clearProject)
      this.visibleOnChange()
    }
  }

  public createProject(form: any) {
    console.log(this.formData.options)
    if (form.valid) {
      this.formData.score = 0.33 * (this.formData.profit -
this.formData.budget) + 0.33 * this.formData.permissionDuration + 0.33 *
this.formData.forecastProjectTaskAmount
      this.httpService.createProject(this.formData,
JSON.parse(this.appCommunicationService.sessionStorageGet('id')).data.token)
        .subscribe((data: any) => {
          const user =
JSON.parse(this.appCommunicationService.sessionStorageGet('id'))
            user.data.projectIds.push(data._id)
            this.appCommunicationService.sessionStorageSave('id',
JSON.stringify(user))
            this.getAllProjects()
          })
      this.formData = Object.assign(this.appCommunicationService.clearProject)
      form.resetForm()
      this.visibleOnChange()
    }
  }
}

```

}

Додаток Г3. Фрагмент коду сервісу обробки проекту

```

import { Injectable } from '@nestjs/common';
import { InjectRepository } from '@nestjs/typeorm';
import { Repository, DeleteResult, UpdateResult } from 'typeorm';
import { ProjectEntity } from './project.entity';
import { CreateDto, UpdateDto } from './dto';
import { ProjectData } from './project.interface';
import { validate } from 'class-validator';
import { HttpException } from '@nestjs/common/exceptions/http.exception';
import { HttpStatus } from '@nestjs/common';
import { v6 } from 'uuid';
import * as jwt from 'jsonwebtoken';
import { SECRET } from '@port/config';
import { UserService } from '../user/user.service';

@Injectable()
export class ProjectService {
  constructor(
    @InjectRepository(ProjectEntity)
    private readonly repository: Repository<ProjectEntity>,
    private readonly userService: UserService
  ) {}

  async findAll(token?: string): Promise<Array<ProjectData>> {
    if (token) {
      const decoded: any = jwt.verify(token, SECRET);
      const user = await this.userService.findByEmail(decoded.email);
      const result: any = []
      for (let i = 0; i < user.projectIds.length; i++) {
        // await this.repository.findOneBy({ _id: user.projectIds[i] });
        const found: any = await this.repository.findOneBy({ _id:
user.projectIds[i] })
        if (found) {
          result.push(this.buildDataRO(found))
        }
      }
      return result
    }
    return await this.repository
      .find()
      .then(data => data.map((el: ProjectEntity) => this.buildDataRO(el)));
  }

  async findById(id: string): Promise<ProjectData> {
    const data = await this.repository.findOneBy({ _id: id });

    if (!data) {
      const errors = { data: 'NOT_FOUND' };
      throw new HttpException({ errors }, 401);
    }
  }
}

```

```

    }

    return this.buildDataRO(data);
}

async create(dto: CreateDto, token: string): Promise<ProjectData> {
    const data = await this.repository.findOneBy({ name: dto.name, subinfo:
dto.subinfo });
    if (data) {
        const errors = { project: 'DATA_ALREADY_EXSIST' };
        throw new HttpException(
            { message: 'Input data validation failed', errors },
            HttpStatus.BAD_REQUEST,
        );
    }
    const newEntity = new ProjectEntity();
    newEntity._id = v6();
    newEntity.name = dto.name;
    newEntity.subinfo = dto.subinfo;
    newEntity.type = dto.type;
    newEntity.responsibleName = dto.responsibleName;
    newEntity.responsibleSurname = dto.responsibleSurname;
    newEntity.responsibleLastname = dto.responsibleLastname;
    newEntity.managerName = dto.managerName;
    newEntity.managerSurname = dto.managerSurname;
    newEntity.managerLastname = dto.managerLastname;
    newEntity.responsibleOrganization = dto.responsibleOrganization;
    newEntity.budget = dto.budget;
    newEntity.budgetSource = dto.budgetSource;
    newEntity.processDuration = dto.processDuration;
    newEntity.profit = dto.profit;
    newEntity.traffic = dto.traffic;
    newEntity.forecastProjectTaskAmount = dto.forecastProjectTaskAmount;
    newEntity.road = dto.road;
    newEntity.distance = dto.distance;
    newEntity.mainRoad = dto.mainRoad;
    newEntity.inTown = dto.inTown;
    if (dto.town) {
        newEntity.town = dto.town;
    }
    newEntity.addressStart = dto.addressStart;
    newEntity.addressEnd = dto.addressEnd;
    newEntity.des = dto.des;
    newEntity.img = dto.img;
    newEntity.portfolioId = dto.portfolioId;
    newEntity.dateCreation = dto.dateCreation;
    newEntity.dateInitialization = dto.dateInitialization;
    newEntity.permissionDuration = dto.permissionDuration;
    newEntity.score = dto.score;
    newEntity.priority = dto.priority;
}

```

```

newEntity.optionEco = dto.options.eco;
newEntity.optionWar = dto.options.war;
newEntity.optionLog = dto.options.log;
newEntity.optionSoc = dto.options.soc;
newEntity.optionStruc = dto.options.struc;
const saveNewEntity = await this.repository.save(newEntity)
const decoded: any = jwt.verify(token, SECRET);
const user = await this.userService.findByEmail(decoded.email);
user.projectIds.push(newEntity._id)
await this.userService.update(user);
return this.buildDataRO(saveNewEntity);
}

async update(id: string, dto: UpdateDto): Promise<UpdateResult | null> {
  const currentData = await this.repository.findOneBy({ _id: dto._id });
  if (currentData) {
    return await this.repository.update({ _id: dto._id },
Object.assign(currentData, dto));
  }
  return null
}

async delete(id: string, token: string): Promise<DeleteResult> {
  const result = await this.repository.delete({ _id: id });
  if (token) {
    const decoded: any = jwt.verify(token, SECRET);
    const user = await this.userService.findByEmail(decoded.email);
    const index = user.projectIds.indexOf(id);
    if (index > -1) {
      user.projectIds.splice(index, 1);
    }
    await this.userService.update(user);
  }
  return result
}

private buildDataRO(entity: ProjectEntity): ProjectData {
  return {
    _id: entity._id,
    name: entity.name,
    subinfo: entity.subinfo,
    type: entity.type,
    responsibleName: entity.responsibleName,
    responsibleSurname: entity.responsibleSurname,
    responsibleLastname: entity.responsibleLastname,
    managerName: entity.managerName,
    managerSurname: entity.managerSurname,
    managerLastname: entity.managerLastname,
    responsibleOrganization: entity.responsibleOrganization,
    budget: entity.budget,
  }
}

```

```
budgetSource: entity.budgetSource,  
processDuration: entity.processDuration,  
profit: entity.profit,  
traffic: entity.traffic,  
forecastProjectTaskAmount: entity.forecastProjectTaskAmount,  
road: entity.road,  
distance: entity.distance,  
mainRoad: entity.mainRoad,  
inTown: entity.inTown,  
town: entity.town,  
addressStart: entity.addressStart,  
addressEnd: entity.addressEnd,  
des: entity.des,  
img: entity.img,  
portfolioId: entity.portfolioId,  
dateCreation: entity.dateCreation,  
dateInitialization: entity.dateInitialization,  
permissionDuration: entity.permissionDuration,  
score: entity.score,  
priority: entity.priority,  
options: {  
  eco: entity.optionEco,  
  war: entity.optionWar,  
  log: entity.optionLog,  
  soc: entity.optionSoc,  
  struc: entity.optionStruc,  
}  
};  
}  
}
```

Додаток Г4. Фрагмент коду інтерфейсу створення портфеля проєктів

```

<app-header></app-header>
<main class="portfolio-creation">
  <section>
    <p-stepper [value]="1">
      <p-step-item [value]="1">
        <p-step>({'pages.portfolio.creation.firstHeader' | translate})</p-
step>
        <p-step-panel>
          <ng-template #content let-activateCallback="activateCallback">
            <div class="flex">
              <form #form="ngForm" class="flex flex-col gap-4 w-full sm:w-56">
                <div class="flex flex-col gap-1">
                  <label for="name"
class="bold">({'pages.portfolio.creation.namePLabel' | translate})</label>
                  <input
                    pInputText
                    type="text"
                    id="name"
                    [placeholder]="'pages.portfolio.creation.namePPlaceholder'
| translate"
                    [pTooltip]="'pages.portfolio.creation.namePTolltip' |
translate"
                    tooltipPosition="right"
                    name="name"
                    [(ngModel)]="data.name"
                    #name="ngModel"
                    [invalid]="name.invalid && (name.touched ||
form.submitted)"
                    required />
                  @if (name.invalid && (name.touched || form.submitted)) {
                    <p-message severity="error" size="small"
variant="simple">({'pages.portfolio.creation.namePRequired' | translate})</p-
message>
                  }
                </div>
                <div class="flex flex-col gap-1">
                  <label for="subinfo"
class="bold">({'pages.portfolio.creation.subinfoPLabel' | translate})</label>
                  <input
                    pInputText
                    type="text"
                    id="subinfo"
                    [placeholder]="'pages.portfolio.creation.subinfoPPlaceholder' | translate"
                    [pTooltip]="'pages.portfolio.creation.subinfoPTolltip' |
translate"
                    tooltipPosition="right"

```

```

        name="subinfo"
        [(ngModel)]="data.subinfo"
        #subinfo="ngModel"
        [invalid]="subinfo.invalid && (subinfo.touched ||
form.submitted)"
        required />
        @if (subinfo.invalid && (subinfo.touched || form.submitted))
    {
        <p-message severity="error" size="small"
variant="simple">{{'pages.portfolio.creation.subinfoPRequired' |
translate}}</p-message>
        }
    </div>
    <div class="flex flex-col gap-1">
        <label for="description"
class="bold">{{'pages.portfolio.creation.descriptionPLabel' |
translate}}</label>
        <textarea
            pTextarea
            type="text"
            id="description"

[placeholder]="'pages.portfolio.creation.descriptionPPlaceholder' | translate"
            [pTooltip]="'pages.portfolio.creation.descriptionPTolltip'
| translate"
            tooltipPosition="right"
            name="description"
            [(ngModel)]="data.des"
            #description="ngModel"
            [invalid]="description.invalid && (description.touched ||
form.submitted)"
            required>
        </textarea>
        @if (description.invalid && (description.touched ||
form.submitted)) {
            <p-message
                severity="error"
                size="small"
                variant="simple"
            >
                {{'pages.portfolio.creation.descriptionPRequired' |
translate}}
            </p-message>
        }
    </div>
    <p-divider />
    <div class="flex flex-col gap-1">
        <label for="responsibleName"
class="bold">{{'pages.portfolio.creation.responsibleNameLabel' |
translate}}</label>

```

```

        <input
            pInputText
            type="text"
            id="responsibleName"

[placeholder]='pages.portfolio.creation.responsibleNamePlaceholder' |
translate"

[pTooltip]='pages.portfolio.creation.responsibleNameTollltip' | translate"
        tooltipPosition="right"
        name="responsibleName"
        [(ngModel)]="data.responsibleName"
        [ngModelOptions]="{ standalone: true }"
        #responsibleName="ngModel"
        [invalid]="responsibleName.invalid &&
(responsibleName.touched || form.submitted)"
        required />
        @if (responsibleName.invalid && (responsibleName.touched ||
form.submitted)) {
            <p-message severity="error" size="small"
variant="simple">{{'pages.portfolio.creation.responsibleNameRequired' |
translate}}</p-message>
        }
    </div>
    <div class="flex flex-col gap-1">
        <label for="responsibleSurname"
class="bold">{{'pages.portfolio.creation.responsibleSurnameLabel' |
translate}}</label>
        <input
            pInputText
            type="text"
            id="responsibleSurname"

[placeholder]='pages.portfolio.creation.responsibleSurnamePlaceholder' |
translate"

[pTooltip]='pages.portfolio.creation.responsibleSurnameTollltip' | translate"
        tooltipPosition="right"
        name="responsibleSurname"
        [(ngModel)]="data.responsibleSurname"
        [ngModelOptions]="{ standalone: true }"
        #responsibleSurname="ngModel"
        [invalid]="responsibleSurname.invalid &&
(responsibleSurname.touched || form.submitted)"
        required />
        @if (responsibleSurname.invalid &&
(responsibleSurname.touched || form.submitted)) {
            <p-message severity="error" size="small"
variant="simple">{{'pages.portfolio.creation.responsibleSurnameRequired' |
translate}}</p-message>

```

Додаток Г5. Фрагмент коду компонента створення портфеля проєктів

```

import { Component } from '@angular/core';
import { Router } from '@angular/router';
import { TranslatePipe } from "@ngx-translate/core";
import { FormsModule } from '@angular/forms';

import { InputTextModule } from 'primeng/inputtext';
import { InputNumberModule } from 'primeng/inputnumber';
import { CheckboxModule } from 'primeng/checkbox';
import { MessageModule } from 'primeng/message';
import { ButtonModule } from 'primeng/button';
import { CardModule } from 'primeng/card';
import { TooltipModule } from 'primeng/tooltip';
import { SelectModule } from 'primeng/select';
import { MultiSelectModule } from 'primeng/multiselect';
import { ProgressSpinnerModule } from 'primeng/progressspinner';
import { StepperModule } from 'primeng/stepper';
import { TextareaModule } from 'primeng/textarea';
import { RadioButtonModule } from 'primeng/radiobutton';
import { DividerModule } from 'primeng/divider';
import { DialogModule } from 'primeng/dialog';
import { DatePickerModule } from 'primeng/datepicker';
import { DragDropModule } from 'primeng/dragdrop';

import { HttpService } from '@port/services/http.service';
import { SortingService } from '@port/services/sorting.service';
import { AppCommunicationService } from '@port/services/app-communication.service';
import { IProjectData, IPortfolioDataRO } from '@port/interfaces';

import { HeaderComponent } from
 '@port/shared/organisms/header/header.component';
import { FooterComponent } from
 '@port/shared/organisms/footer/footer.component';
import { InfoDialogComponent } from '@port/shared/organisms/info-dialog/info-
dialog.component';
import { CreationDialogComponent } from '@port/shared/organisms/creation-
dialog/creation-dialog.component';
@Component({
  selector: 'app-create',
  standalone: true,
  imports: [
    HeaderComponent,
    FooterComponent,
    InfoDialogComponent,
    CreationDialogComponent,

    InputTextModule,

```

```

    InputNumberModule,
    TextareaModule,
    CheckboxModule,
    MessageModule,
    ButtonModule,
    CardModule,
    FormsModule,
    TooltipModule,
    SelectModule,
    ProgressSpinnerModule,
    TranslatePipe,
    StepperModule,
    RadioButtonModule,
    MultiSelectModule,
    DividerModule,
    DialogModule,
    DatePickerModule,
    DragDropModule
  ],
  templateUrl: './create.component.html',
  styleUrls: ['./create.component.scss']
})
export class CreateComponent {
  public data: IPortfolioDataRO
  public projects: Array<IProjectData> = []
  public formData: any = {
    name: '',
    subinfo: '',
    des: '',
    budget: 0,
    duration: 0,
    mainRoad: false,
    inTown: false,
    img: ''
  }
  public filterOptions = {
    type: '',
    profit: '',
    projectsAmount: 0,
    priority: 0,
    score: 0,
    options: {
      eco: 50,
      war: 50,
      log: 0,
      soc: 50,
      struc: 0
    }
  }
};
public filterItems = {

```

```

type: [
    { label: 'Bridge', value: 'bridge' },
    { label: 'Fixing', value: 'fix' },
    { label: 'Build', value: 'build' },
    { label: 'Overpass', value: 'overpass' },
    { label: 'Tunnel', value: 'tunnel' },
    { label: 'Detour', value: 'detour' },
    { label: 'Cong', value: 'cong' },
    { label: 'Digitalization', value: 'digitalization' },
],
)
public items = [
    { label: 'Bridge', value: 'bridge' },
    { label: 'Fixing', value: 'fix' },
    { label: 'Build', value: 'build' },
    { label: 'Overpass', value: 'overpass' },
    { label: 'Tunnel', value: 'tunnel' },
    { label: 'Detour', value: 'detour' },
    { label: 'Cong', value: 'cong' },
    { label: 'Digitalization', value: 'digitalization' },
]
public selectedSorting: string = '';
public projectsUnselected: Array<IProjectData> = []
public projectsSelected: Array<IProjectData> = []
public showSpinner: boolean = false
public visible: any = {
    creation: false,
    info: false
}

public formDataProject: any = {
    name: '',
    img: 'https://primefaces.org/cdn/primeng/images/card-ng.jpg',
    des: '',
    projects: 0,
    projectIds: {
        tierI: [],
        tierII: [],
        tierIII: []
    },
    subinfo: '',
    budget: 0,
    profit: 0,
    duration: 0,
    location: '',
    town: '',
    options: {
        eco: 0,
        war: 0,
        log: 0,
    }
}

```

```

        soc: 0,
        struc: 0
    }
}

public draggedTier: string = 'unselected';
public draggedProject: IProjectData | undefined | null;
public currentProject: IProjectData = {
    _id: '',
    name: '',
    subinfo: '',
    type: '',
    responsibleName: '',
    responsibleSurname: '',
    responsibleLastname: '',
    managerName: '',
    managerSurname: '',
    managerLastname: '',
    responsibleOrganization: '',
    budget: 0,
    budgetSource: '',
    processDuration: 0,
    profit: 0,
    traffic: 0,
    forecastProjectTaskAmount: 0,
    road: '',
    distance: 0,
    mainRoad: false,
    inTown: false,
    town: '',
    addressStart: '',
    addressEnd: '',
    des: '',
    img: 'https://primefaces.org/cdn/primeng/images/card-ng.jpg',
    dateCreation: '',
    dateInitialization: '',
    permissionDuration: 0,
    score: 0,
    priority: 0,
    options: {
        eco: 0,
        war: 0,
        log: 0,
        soc: 0,
        struc: 0
    }
}

constructor(
    private router: Router,

```

```

private httpService: HttpService,
private sortingService: SortingService,
private appCommunicationService: AppCommunicationService
) {
  this.getAllProjects()
  this.data = Object.assign(this.appCommunicationService.currentPortfolio)
}

public navigate(path: string) {
  this.router.navigate(['/${path}']);
}

public getAllProjects(): void {

this.httpService.getAllProjects(JSON.parse(this.appCommunicationService.sessionStorageGet('id')).data.token)
  .subscribe((data: any) => {
    this.projects = data.filter((el: IProjectData) => !el.portfolioId)
    this.projectsUnselected = Array.from(this.projects)
  })
}

public watchPortfolio(): void {
  this.appCommunicationService.currentPortfolio = Object.assign(this.data)
  this.appCommunicationService.currentPortfolio.projects =
this.appCommunicationService.currentPortfolio.projectIds.tierI.length +
this.appCommunicationService.currentPortfolio.projectIds.tierII.length +
this.appCommunicationService.currentPortfolio.projectIds.tierIII.length
  this.navigate('confirmation')
}

public select(index: number, event: any): void {
  event.stopPropagation()
  this.projectsSelected.push(this.projectsUnselected[index])
  this.projectsUnselected.splice(index, 1)
}

public unselect(index: number, event: any): void {
  event.stopPropagation()
  this.projectsUnselected.push(this.projectsSelected[index])
  this.projectsSelected.splice(index, 1)
}

public selectSorting(type: string): void {
  this.projectsSelected = []
  this.projectsUnselected = Array.from(this.projects)
  if (type === 'Cancel') {
    this.selectedSorting = ''
  } else {
    this.selectedSorting = type
    this.projectsSelected =
this.sortingService.sortingSystem(Array.from(this.projectsUnselected), type)

```

```

        if (this.filterOptions.projectsAmount > 0) {
            this.projectsUnselected =
this.projectsSelected.splice(this.filterOptions.projectsAmount - 1)
        } else {
            this.projectsUnselected = []
        }
    }
}

public checkSortingType(type: string): boolean {
    return this.selectedSorting === type
}

public updateProjects(id: string): void {
    this.httpService.updateProject(id, {});
}

public tiersFiltering(): void {
    this.data = this.sortingService.tierFormatting(this.projectsSelected,
this.data)
}

public removeProjects(id: string, event: any) {
    event.stopPropagation()
    this.httpService.removeProject(id,
JSON.parse(this.appCommunicationService.sessionStorageGet('id')).data.token)
        .subscribe(() => {
            `const user =
JSON.parse(this.appCommunicationService.sessionStorageGet('id'))
            const index = user.data.projectIds.indexOf(id);
            if (index > -1) { // only splice array when item is found
                user.projectIds.splice(index, 1); // 2nd parameter means remove one
item only
            }
            this.appCommunicationService.sessionStorageSave('id',
JSON.stringify(user))
        })
    }

public showInfoProjectDialog(id?: string, event?: any): void {
    event.stopPropagation()
    if (id) {
        const index = this.projects.findIndex((el: any) => el._id === id)
        Object.keys(this.projects[index]).forEach((key: string) => {
            // TODO: type error
            // @ts-expect-error
            this.currentProject[key] = this.projects[index][key]
        })
        this.currentProject.dateCreation = new
Date(this.currentProject.dateCreation)
    }
}

```

```

        this.currentProject.dateInitialization = new
Date(this.currentProject.dateInitialization)
    } else {
        this.currentProject =
Object.assign(this.appCommunicationService.clearProject)
    }
    this.visible.info = !this.visible.info
}

public visibleOnChange(key: string): void {
    this.appCommunicationService.emptyCurrentProject()
    this.currentProject =
Object.assign(this.appCommunicationService.clearProject)
    this.visible[key] = !this.visible[key]
}

public showDialogProjects(mode?: boolean, id?: string, event?: any) {
    if (event) {
        event.stopPropagation()
    }
    if (id) {
        const index = this.projects.findIndex((el: any) => el._id === id)
        Object.keys(this.projects[index]).forEach((key: string) => {
            // TODO: type error
            // @ts-expect-error
            this.currentProject[key] = this.projects[index][key]
        })
        this.currentProject.dateCreation = new
Date(this.currentProject.dateCreation)
        this.currentProject.dateInitialization = new
Date(this.currentProject.dateInitialization)
    } else {
        this.currentProject =
Object.assign(this.appCommunicationService.clearProject)
    }
    this.visible.creation = true
}

public dragStart(data: IProjectData, tier: string): void {
    this.draggedTier = tier
    this.draggedProject = data;
}

public drop(tier: string): void {
    if (this.draggedProject && tier !== this.draggedTier) {
        if (tier !== 'unselected') {
            // TODO: type error
            // @ts-expect-error
            this.data.projectIds[tier].push(this.draggedProject)
        } else {

```

```
        this.projectsUnselected.push(this.draggedProject)
    }
    if (this.draggedTier !== 'unselected') {
        // TODO: type error
        // @ts-expect-error
        this.data.projectIds[this.draggedTier] =
this.data.projectIds[this.draggedTier].filter((el: any) => el._id !==
this.draggedProject?._id)
    } else {
        this.projectsUnselected = this.projectsUnselected.filter((el: any) =>
el._id !== this.draggedProject?._id)
    }

    this.draggedProject = null;
}
}

public dragEnd(): void {
    this.draggedProject = null;
}
}
```

Додаток Гб. Фрагмент коду сервісу обробки портфеля

```

import { Injectable } from '@nestjs/common';
import { InjectRepository } from '@nestjs/typeorm';
import { Repository, UpdateResult, DeleteResult } from 'typeorm';
import { PortfolioEntity } from './portfolio.entity';
import { CreateDto, UpdateDto } from './dto';
import { PortfolioDataRO, PortfolioData } from './portfolio.interface';
import { validate } from 'class-validator';
import { HttpException } from '@nestjs/common/exceptions/http.exception';
import { HttpStatus } from '@nestjs/common';
import { v6 } from 'uuid';
import * as jwt from 'jsonwebtoken';
import { SECRET } from '@port/config';
import { UserService } from '../user/user.service';
import { ProjectService } from '../project/project.service';

@Injectable()
export class PortfolioService {
  constructor(
    @InjectRepository(PortfolioEntity)
    private readonly repository: Repository<PortfolioEntity>,
    private readonly userService: UserService,
    private readonly projectService: ProjectService
  ) {}

  async findAll(token?: string): Promise<Array<PortfolioDataRO>> {
    if (token) {
      const decoded: any = jwt.verify(token, SECRET);
      const user = await this.userService.findByEmail(decoded.email);
      const result: any = []
      for (let i = 0; i < user.portfolioIds.length; i++) {
        const found: any = await this.repository.findOneBy({ _id:
user.portfolioIds[i] })
        result.push(this.buildDataRO(found))
      }
      return result
    }
    return await this.repository
      .find()
      .then(data => data.map((el: PortfolioEntity) => this.buildDataRO(el)));
  }

  async findById(id: string): Promise<PortfolioDataRO> {
    const data = await this.repository.findOneBy({ _id: id });

    if (!data) {
      const errors = { data: 'NOT_FOUND' };
      throw new HttpException({ errors }, 401);
    }
  }
}

```

```

    return this.buildDataRO(data);
  }
  async create(dto: CreateDto, token: string): Promise<PortfolioDataRO> {
    const data = await this.repository.findOneBy({ name: dto.name, subinfo:
dto.subinfo });
    if (data) {
      const errors = { data: 'DATA_ALREADY_EXSIST' };
      throw new HttpException(
        { message: 'Input data validation failed', errors },
        HttpStatus.BAD_REQUEST,
      );
    }
    const newEntity = new PortfolioEntity();
    newEntity._id = v6();
    newEntity.name = dto.name;
    newEntity.img = dto.img;
    newEntity.des = dto.des;
    newEntity.responsibleName = dto.responsibleName;
    newEntity.responsibleSurname = dto.responsibleSurname;
    newEntity.responsibleLastname = dto.responsibleLastname;
    newEntity.responsibleOrganization = dto.responsibleOrganization;
    newEntity.projects = dto.projects;
    newEntity.projectIds = dto.projectIds;
    newEntity.subinfo = dto.subinfo;
    newEntity.budget = dto.budget;
    newEntity.profit = dto.profit;
    newEntity.location = dto.location;
    if (newEntity.location === 'OUTSIDE') {
      newEntity.town = dto.town;
    }
    const saveNewEntity = await this.repository.save(newEntity)
    const decoded: any = jwt.verify(token, SECRET);
    const user = await this.userService.findByEmail(decoded.email);
    user.portfolioIds.push(newEntity._id)
    await this.userService.update(user);
    Object.keys(newEntity.projectIds).forEach((tier: string) => {
      newEntity.projectIds[tier].forEach(async (key: any) => {
        if (key._id) {
          key = key._id
        }
        const projData = await this.projectService.findById(key);
        projData.portfolioId = {
          name: newEntity.name,
          tier: tier,
          _id: newEntity._id
        }
        await this.projectService.update(key, projData);
      })
    })
  }
}

```

```

    return this.buildDataRO(saveNewEntity);
}

async update(id: string, dto: UpdateDto): Promise<UpdateResult | null> {
    const currentData = await this.repository.findOneBy({ _id: dto._id });
    if (currentData) {
        return await this.repository.update({ _id: dto._id },
Object.assign(currentData, dto));
    }
    return null
}

async delete(id: string, token: string): Promise<DeleteResult> {
    const result = await this.repository.delete({ _id: id });
    if (token) {
        const decoded: any = jwt.verify(token, SECRET);
        const user = await this.userService.findByEmail(decoded.email);
        const index = user.projectIds.indexOf(id);
        if (index > -1) {
            user.projectIds.splice(index, 1);
        }
        await this.userService.update(user);
    }
    return result
}

private buildDataRO(entity: PortfolioEntity): PortfolioDataRO {
    return {
        _id: entity._id,
        name: entity.name,
        img: entity.img,
        des: entity.des,
        responsibleName: entity.responsibleName,
        responsibleSurname: entity.responsibleSurname,
        responsibleLastname: entity.responsibleLastname,
        responsibleOrganization: entity.responsibleOrganization,
        projects: entity.projects,
        projectIds: entity.projectIds,
        subinfo: entity.subinfo,
        budget: entity.budget,
        profit: entity.profit,
        location: entity.location,
        town: entity.town
    };
}
}
}

```