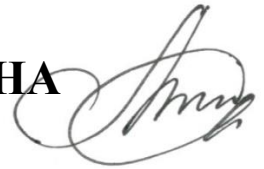


ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МАЛАНЧУК ОКСАНА МИХАЙЛІВНА



УДК 005.8:614.2

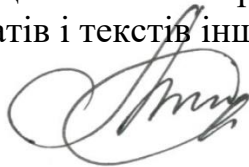
ДИСЕРТАЦІЯ

МЕТОДОЛОГІЯ АДАПТИВНО-ЦІННІСНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ РОЗВИТКУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ У ГОСПІТАЛЬНИХ ОКРУГАХ

05.13.22 – Управління проектами та програмами
(073 – Менеджмент; 122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології;
124 – Системний аналіз)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

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



Оксана МАЛАНЧУК

Висловлюю щирю подяку завідувачу кафедри інформаційних технологій Львівського національного університету природокористування, доктору технічних наук, професору Анатолію ТРИГУБІ за наукове консультування та підтримку під час виконання і оформлення докторської дисертації.

АНОТАЦІЯ

Маланчук О.М. Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук (доктора наук) за спеціальністю 05.13.22 «Управління проектами та програмами» (073 – Менеджмент; 122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології; 124 – Системний аналіз). – Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, 2025.

Захист дисертації відбудеться на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.874.01 Львівського державного університету безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

На основі проведених досліджень здійснено теоретичне узагальнення та вирішено важливу науково-прикладну проблему підвищення ефективності управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах (РМЗГО) через розробку підходів, моделей, методів та інструментів, що складають методологію адаптивно-ціннісного управління цими проектами.

Наукова новизна дисертації полягає у створенні методології адаптивно-ціннісного управління, а саме моделей, методів та засобів управління проектами РМЗГО, що базуються на комбінуванні гнучкості проектного управління із врахуванням мінливого проектного середовища, орієнтації на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків, що зумовлює якісне обґрунтування пріоритетних проектів РМЗГО.

Розроблено адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами РМЗГО, який базується на обґрунтованих принципах та управлінських процесах, та диференціально-символьний підхід до управління проектами ФРГО, який базується на використанні диференціальних рівнянь та символьних обчислень для моделювання і аналізу складних динамічних систем, що забезпечують гнучкість та адаптацію до мінливого проектного середовища, орієнтацію на створення

цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків.

Запропоновано концептуальну модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів та модель оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів, які передбачають виконання управлінських процесів, що забезпечують узгодження архітектури портфелів проєктів розвитку госпітальних округів, а також конфігурації проєктів із динамічним проєктним середовищем, що дає можливість отримати продукти проєктів із максимальною цінністю для стейкхолдерів.

Розроблено адаптивно-ціннісний метод ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів, який базується на використанні обчислювального інтелекту, що забезпечує визначення пріоритетних проєктів завдяки адаптації їх продукту до вимог стейкхолдерів та мінливого проєктного середовища, а також створення максимальної цінності від реалізації зазначених проєктів.

Створена нейромережева модель прямого зв'язку для прогнозування тривалості стаціонарного лікування пацієнтів, яка враховує приховані взаємозв'язки між складовими проєктного середовища та має оптимізовану архітектуру, що забезпечує підвищення точності прийняття управлінського рішення.

Розроблено диференціально-символьні моделі планування медичних проєктів, оцінення їх ризиків та синергетичного управління їх портфелем, які передбачають використання диференціальних рівнянь для опису динаміки складових проєктів та їх проєктного середовища, а також використання символьних виразів для представлення окремих показників, що дозволяє оцінювати ризики, стан використання ресурсів, а також синергетичні ефекти, що виникають під час взаємодії медичних проєктів.

Удосконалено метод адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища, який на відміну від існуючих базується на використанні адаптивно-ціннісного підходу, методах машинного навчання, багатокритеріального аналізу та генетичного алгоритму та метод

прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки, який на відміну від існуючих передбачає використання телеграфного рівняння для моделювання хвилеподібного поширення епідемій, що забезпечує підвищення ефективності та результативності реалізації проєктів у мінливому проєктному середовищі. Удосконалено структурну модель системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту, яка на відміну від існуючих базується на використанні обчислювального інтелекту, а також передбачає використання бази даних та бази знань, які забезпечують автоматизоване виконання управлінських процесів стосовно обґрунтування змісту проєктів та розробки індивідуальних планів лікування пацієнтів.

На основі обґрунтованих моделей та методів розроблено науково-методичні засади планування проєктів РМЗГО, які на відміну від існуючих, передбачають поєднання процесів управління суперечностями та конфліктами інтересів між зацікавлених сторін, а також кількісної оцінки цінності, що забезпечує збалансований розвиток медичних закладів, підвищуючи загальну стійкість та ефективність системи охорони здоров'я.

Обґрунтовані методики, алгоритми та системи підтримки прийняття управлінських рішень для планування та оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад, прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз та синергетичного управління портфелем медичних проєктів, які базуються на диференціально-символьному підході, моделях та методах управління проєктами РМЗГО, що забезпечують підвищення точності та пришвидшення процесу прийняття управлінських рішень у мінливому проєктному середовищі.

Розроблені інструментальні засоби розв'язання управлінських завдань щодо визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, формування та синергетичного управління портфелів проєктів розвитку госпітальних округів, прогнозування складових медичних проєктів, планування та оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад, прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз дозволили експериментально

підтвердити ефективність застосування розробленої методології адаптивно-ціннісного управління проектами РМЗГО.

На підставі розроблених адаптивно-ціннісного підходу та концептуальній моделі управління портфелями проектів створення госпітальних округів виконано оцінку існуючого стану створення госпітальних округів. Використання розробленої системи підтримки прийняття рішень, яка забезпечує виконання процесів оцінення тривалості проектів лікування цукрового діабету у дітей, дало можливість встановити залежності зміни тривалості лікування цукрового діабету у дітей, що змінюється у межах 8...37 днів.

Встановлено, що за використання розробленого інструментарію проектні менеджери мають можливість отримати інформацію, що забезпечує визначення пріоритетних проектів для отримання вигоди окремими стейкхолдерами, а також на основі цієї інформації приймати управлінські рішення щодо доцільності пошуку і залучення додаткових джерел фінансування. Це лежить в основі підвищення ефективності використання наявних ресурсів, а отримані рекомендації допомагають проектним менеджерам ефективно управляти проектами, забезпечуючи максимальну вигоду для стейкхолдерів регіону за оптимальних витрат ресурсів.

Виконані дослідження впливу складових проектного середовища на оптимізацію портфеля проектів розвитку госпітальних округів із використанням запропонованої системи підтримки прийняття рішень дали можливість встановити залежності, які наочно відображають взаємозв'язки між ключовими показниками (бюджет, вартість портфеля, кількість проектів) та оптимальним інтегрованим показником цінності портфелів проектів розвитку госпітальних округів.

У результаті проведених досліджень встановлено, що запропонований метод диференціально-символьного планування проектів медичної підтримки населення громад демонструє значну здатність до адаптації із показником адаптивності $A(6)=63$, має високий рівень точності $P=0,04$, що свідчить про близькість бажаних результатів до реальних. На підставі отриманих кількісних значень коефіцієнта гнучкості $F=0.6$ та рівня інтеграції $S=2.4$ встановлено, що запропонований метод

включає ефективні інструменти для досягнення оптимальних результатів та є точним під час управління проєктами медичної підтримки населення громад.

У результаті проведених досліджень встановлено, що запропонована система підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів дає можливість кількісно визначити синергетичні ефекти. Встановлено, що середня похибка результатів тестування система підтримки прийняття рішень не перевищує 5%, що підтверджує адекватність та точність чисельних рішень виконаних із її використанням, що є прийнятним для використання проєктними менеджерами у практичних цілях.

Результати проведених досліджень знайшли застосування в рекомендаціях щодо адаптивно-ціннісного управління проєктами РМЗГО у практичну діяльність Львівського, Тернопільського та Івано-Франківського госпітальних округів, що підтверджується актами впровадження у практичну діяльність КНП ЛОР «Львівська обласна інфекційна клінічна лікарня», КНП ЛОР «Клінічний центр дитячої медицини», ДУ «Львівський обласний центр контролю та профілактики хвороб», КНП «Добросинсько-Магерівський центр первинної медико-санітарної допомоги», КНП «Рава-Руська лікарня», КНП ЯМР «Яворівська центральна районна лікарня», КНП «ІФОДКЛ ІФ ОР», Департаменту охорони здоров'я Тернопільської ОВА та Військового шпиталю в/ч 3309. Встановлено, що запропоновані рекомендації сприяють покращенню якості управлінських рішень та підвищенню цінності від реалізації проєктів РМЗГО на 12...36 %.

На основі проведених досліджень здобувачем розроблено методичні рекомендації, комп'ютерні моделі та системи підтримки прийняття управлінських рішень, які впроваджено в навчальний процес Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, Львівського національного університету природокористування та Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького для проведення викладачами лекційних та лабораторних занять.

Ключові слова: адаптивно-ціннісне управління, диференціально-символьне управління, моделі, методи, проєкти, портфелі, розвиток, медичні заклади.

ANNOTATION

Malanchuk O.M. Methodology of adaptive-value-based project management of medical institutions development in hospital districts. Qualification scientific paper. Manuscript.

Thesis for a Doctor's of Technical Sciences (Doctor of science) in the specialty 05.13.22 «Projects and Programs Managing» (073 – Management; 122 – Computer Science and Information Technology; 124 –Systems Analysis). – Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, 2025.

The dissertation will be defended at the meeting of the Dissertation Council D 35.874.01 of the Lviv State University of Life Safety of the State Emergency Service of Ukraine.

Based on the research, the theoretical generalization was carried out and an important scientific and applied problem of increasing the efficiency of project management of medical institutions in hospital districts was solved through the development of approaches, models, methods and tools that make up the methodology of adaptive value-based management of these projects.

The scientific novelty of the dissertation is the creation of a methodology for adaptive value-based management, namely models, methods and tools for managing projects for the development of medical institutions in hospital districts, based on a combination of project management flexibility, taking into account the changing project environment, focus on creating value for stakeholders and efficient resource allocation, taking into account existing risks, which leads to a qualitative justification of priority projects for the development of medical institutions in hospital districts.

An adaptive-value approach to the management of projects for the development of medical institutions in hospital districts, based on sound principles and management processes, and a differential-symbolic approach to the management of projects for the functioning of medical institutions in hospital districts, based on the use of differential equations and symbolic computing for modeling and analyzing complex dynamic systems that provide flexibility and adaptation to a changing project environment, focus on

creating value for stakeholders and effective allocation of resources, taking into account existing risks.

A conceptual model of adaptive value-based management of hospital district project portfolios and a model for optimizing the hospital district development project portfolio, which involve the implementation of management processes that ensure the coordination of the architecture of hospital district development project portfolios, as well as project configurations with a dynamic project environment, which makes it possible to obtain project products with maximum value for stakeholders, are proposed.

An adaptive-value method for initiating projects for the creation and development of medical institutions in hospital districts based on the use of computational intelligence has been developed, which ensures the identification of priority projects by adapting their product to the requirements of stakeholders and the changing project environment, as well as creating maximum value from the implementation of these projects.

A neural network model of direct communication for predicting the duration of inpatient treatment of patients was created, which takes into account the hidden relationships between the components of the project environment and has an optimized architecture that ensures an increase in the accuracy of management decision-making.

Differential-symbolic models for planning medical projects, assessing their risks and synergistic management of their portfolio have been developed, which involve the use of differential equations to describe the dynamics of project components and their project environment, as well as the use of symbolic expressions to represent individual indicators, which allows to assess risks, the state of resource utilization, as well as synergistic effects arising from the interaction of medical projects.

The method of adaptation of the architecture of the hospital district development portfolio to a changing project environment, which, unlike the existing ones, is based on the use of an adaptive-value approach, machine learning methods, multicriteria analysis and genetic algorithm, and the method of predicting the spread of epidemiological threats taking into account spatial and temporal dynamics, which, unlike the existing ones, involves the use of the telegraphic equation to model the wave-like spread of epidemics, which provides an increased effect Improved structural model of the system of medical project planning based

on computational intelligence, which, unlike the existing ones, is based on the use of computational intelligence, and also provides for the use of a database and knowledge base that ensure the automated implementation of management processes for substantiating the content of projects and developing individual treatment plans for patients.

Based on sound models and methods, scientific and methodological foundations for planning projects have been developed, which, unlike the existing ones, involve a combination of processes for managing contradictions and conflicts of interest between stakeholders, as well as quantifying value, which ensures the balanced development of health care facilities, increasing the overall sustainability and efficiency of the health care system.

Methods, algorithms and management decision support systems for planning and risk assessment of community health improvement projects, forecasting the spread of epidemiological threats and synergistic management of a portfolio of medical projects based on a differential-symbolic approach, models and methods of project management of medical facilities in hospital districts, which ensure increased accuracy and acceleration of the management decision-making process in a changing project environment, are substantiated.

The developed tools for solving managerial tasks of identifying priority projects for the creation and development of medical institutions in the region, forming and synergistic management of portfolios of hospital districts development projects, forecasting the components of medical projects, planning and assessing the risks of projects to improve the health of the population of communities, predicting the spread of epidemiological threats allowed us to experimentally confirm the effectiveness of the developed methodology of adaptive value-based management.

Based on the developed adaptive-value approach and conceptual model for managing portfolios of hospital districts' projects, the current state of hospital districts' creation was assessed. The use of the developed decision support system, which ensures the implementation of processes for assessing the duration of projects for the treatment of diabetes in children, made it possible to establish the dependencies of changes in the duration of treatment of diabetes in children, which varies within 8...37 days.

It is established that by using the developed tools, project managers have the opportunity to obtain information that ensures the identification of priority projects for the benefit of individual stakeholders, and, based on this information, make management decisions on the feasibility of finding and attracting additional sources of funding. This is the basis for increasing the efficiency of using available resources, and the recommendations received help project managers to effectively manage projects, ensuring maximum benefit for the region's stakeholders at the optimal cost of resources.

The study of the influence of project environment components on the optimization of the hospital district development project portfolio using the proposed decision support system made it possible to establish dependencies that clearly reflect the relationships between key indicators (budget, portfolio value, number of projects) and the optimal integrated value of hospital district development project portfolios.

As a result of the conducted research, it was found that the proposed method of differential-symbolic planning of projects to improve the health status of the population of communities demonstrates a significant ability to adapt with an adaptability index $A(6)=63$, has a high level of accuracy $P=0.04$, which indicates the proximity of the desired results to the real ones. Based on the obtained quantitative values of the flexibility coefficient $F=0.6$ and the level of integration $S=2.4$, it was found that the proposed method includes effective tools for achieving optimal results and is accurate in managing community health improvement projects.

As a result of the research, it was found that the proposed decision support system for synergistic management of a portfolio of medical projects makes it possible to quantify synergistic effects. It is established that the average error of the test results of the decision support system does not exceed 5%, which confirms the adequacy and accuracy of numerical solutions made with its use, which is acceptable for use by project managers for practical purposes.

The results of the research have been used in the recommendations for adaptive value-based management of RMH projects in the Lviv Hospital District, which is confirmed by the acts of implementation in the practical activities of the Lviv Regional Infectious Diseases Clinical Hospital, ENT Clinical Centre for Paediatric Medicine, Lviv

Regional Centre for Disease Control and Prevention, Dobrosynsko-Mageriv Primary Health Care Centre, Rava-Ruska Hospital, IFODKL IF OR, Ternopil Regional Health Department and Yavoriv Central District Hospital. It has been established that the proposed recommendations contribute to improving the quality of management decisions and increasing the value of RHMH projects by 12...36 %.

Based on the research, the applicant developed methodological recommendations, computer models and management decision support systems, which were implemented in the educational process of Lviv State University of Life Safety, Lviv National University of Environmental Management and Danylo Halytsky Lviv National Medical University for lectures and laboratory classes.

Key words: adaptive-value management, differential-symbolic management, models, methods, projects, portfolios, development, medical institutions.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА, В ЯКИХ ОПУБЛІКОВАНІ ОСНОВНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ

**Статті у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку
наукових фахових видань України, або у закордонних виданнях,
проіндексованих у базах даних Scopus та/або Web of Science Core Collection:**

1. Lytvyn V., Vysotska V., Kuchkovskiy V., Bobyk I., **Malanchuk O.**, Ryshkovets Y., Pelekh, I., Brodyak, O., Bobrivets, V., Panasyuk, V. Development of the system to integrate and generate content considering the cryptocurrent needs of users. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1, 2(97). P. 18–39. (Scopus Q3).

2. Nytrebych Z., Il'kiv V., **Malanchuk O.** Mathematical Model of the Process of Ultrasonic wave Propagation in a Relax Environment with its Given Profiles at three Time Moments. *Open Bioinformatics Journal*. 2021. Vol. 14 (1). P. 87–92. (Scopus Q4).

3. Nytrebych Z., Il'kiv V., Pukach P., **Malanchuk O.** On Nontrivial Solutions of a Homogeneous Two-Point (In Time) Problem for the System of Equations of the Dynamic Theory of Elasticity. *Journal of Mathematical Sciences (United States)*. 2021. Vol. 254 (2). P. 261–270. (Scopus Q3).

4. Wojcik W., Nytrebych Z., **Malanchuk O.**, Vistak M., Kravchenko L., Pinaev B., Rakhmetullina S., Toigozhinova A. Modelling of the processes in electrical systems by two-point problem for nonhomogeneous telegraph equation. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2021. No 9. P. 54–57. (Scopus Q4).

5. Nytrebych Z., Ilkiv V., Pukach P., **Malanchuk O.**, Kohut I., Senyk A. Analytical method to study a mathematical model of wave processes under two-point time conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1, 7 (97). P. 74–83. (Scopus Q3).

6. Nytrebych Z. M., Il'kiv V. S., Pukach P. Y., **Malanchuk O. M.** Differential-symbol method of constructing the quasipolynomial solutions of a two-point problem for a partial differential equation. *Journal of Mathematical Sciences (United States)*, 2019. Vol. 239 (1). P. 62–74. (Scopus Q3).

7. Lytvyn V., Vysotska V., Pukach P., Nytrebych Z., Demkiv I., Senyk A., **Malanchuk O.**, Sachenko S., Kovalchuk R., Huzyk N. Analysis of the developed method for automatic attribution of scientific and technical text content written in Ukrainian. *Eastern-European journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 6, 2 (96). P. 19-31. (Scopus Q3).

Статті у наукових виданнях, включених до

Переліку наукових фахових видань України:

8. Мармуляк А., Тригуба А., **Маланчук О.**, Тригуба І. Вплив цифрової трансформації громад на ініціацію та планування соціальних проєктів. *Управління розвитком складних систем*. 2024. № 59. С. 62–72.

9. Тригуба А. М., Мармуляк А., **Маланчук О. М.**, Придатко О. В. Модель та програмні модулі для моніторингу процесу відбору соціальних проєктів розвитку громад. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2024. № 29. С. 152–167.

10. Мармуляк А., **Маланчук О.М.** Підхід до моніторингу процесу відбору проєктів підтримки освіти та медицини на території громад. *Вісник Кременчуцького*

національного університету імені Михайла Остроградського. 2024. Вип. 1 (144). С. 63–70.

11. Тригуба А., **Маланчук О.**, Тригуба І., Мармуляк А., Демчина В., Андрушків О., Олійник Р. Вплив сучасних інформаційних технологій на процеси ініціації та планування проєктів розвитку громад та регіонів. *Вісник Львівського національного університету природокористування: агроінженерні дослідження*. 2024. № 28. С. 149–159.

12. **Malanchuk O. M.**, Tryhuba A. M., Pankiv O. V., Sholudko R. Y. Architecture of an Intelligent Information System for Forecasting Components of Medical Projects. *Applied Aspects of Information Technology*. 2023. Vol. 6 (4). P. 376–390.

13. Тригуба А., **Маланчук О.**, Ратушний А., Паньків О., Коваль Л., Шолудько Р., Андрушків О. Адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами розвитку громад та регіонів. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Агроінженерні дослідження*. 2023. № 27. С. 113–126.

14. Тригуба А., **Маланчук О.**, Паньків О., Шолудько Р. Структурна модель системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2023. № 28. С. 30–43.

15. **Маланчук О.**, Тригуба А., Шолудько Р. Стейкхолдер-орієнтовані технології конфлікт-менеджменту в проєктах створення та розвитку мережі медичних закладів. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2024. № 30. С. 229–243.

16. **Malanchuk O. M.**, Tryhuba A. M., Tryhuba I. L., Sholudko R. Ya. Computer model of differential-symbolic risk assessment of projects to improve the health of the community population. *Herald of Advanced Information Technology*. 2024. Vol. 7 (4). P. 437–451.

17. **Malanchuk O. M.**, Tryhuba A. M. Information technology for forecasting epidemiological threats based on the telegraphic equation. *Applied Aspects of Information Technology*. 2024. Vol. 7 (4). P. 313–326.

18. Тригуба А. М., **Маланчук О. М.**, Шолудько Р. Я. Моделі адаптивно-ціннісного управління проєктами функціонування та розвитку госпітальних округів. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2024. № 4 (30). С. 97–109.

Монографії:

19. **Malanchuk O. M.**, Tryhuba A. M., Tryhuba I. L. A decision support system to identify priority projects for the creation and development of medical facilities in the region. *Information systems in project and program management: collective monograph* edited by I. Linde. European University Press. Riga: ISMA, 2024. P. 117–128.

20. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Rogovskii I., Titova L., Berezova L., Korobko M. Differential-symbolic approach and tools for managing projects of medical support for the population of communities. *Project management: industry specifics: collective monograph* edited by M. Levlanov. Kharkiv: PC Technology Center, 2024. P. 105–134. (Scopus)

Статті, які додатково відображають наукові результати дисертації:

21. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** On the nonexistence conditions of solution of two-point in time problem for nonhomogeneous PDE. *Mathematica Slovaca*. 2021. Vol. 71 (5), P. 1125–1132. (Scopus Q2).

22. Politanskyi R. L., Nytrebych Z. M., Petryshyn R. I., Kogut I. T., Malanchuk O.M., Vistak M. V. Simulation of the propagation of electromagnetic oscillations by the method of the modified equation of the telegraph line. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2021, Vol. 22 (1). P. 168–174. (Scopus Q4).

23. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** The conditions of existence of a solution of the degenerate two-point in time problem for PDE. *Asian-European Journal of Mathematics*. 2019. Vol. 12 (3). 1950037. (Scopus Q3).

24. Nytrebych Z., Il'kiv V., Pukach P., **Malanchuk O.** The differential-symbol method of constructing the quasipolynomial solutions of two-point in time problem for nonhomogeneous partial differential equation. *Turkish Journal of Mathematics*. 2019. Vol. 43 (3). P. 1241–1252. (Scopus Q3).

25. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** The conditions of existence of a solution of the two-point in time problem for nonhomogeneous PDE. *Italian Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2019. Vol. 41. P. 242–250. (Scopus Q4).

26. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** The differential-symbol method of constructing the quasi-polynomial solutions of two-point problem. *Demonstratio Mathematica*. 2019. Vol. 52 (1). P. 88–96. (Scopus Q3).

27. **Маланчук О. М.** Класифікація проєктів функціонування та розвитку госпітальних округів і структура процесу їх ідентифікації. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2024. № 34 (62). С. 11–18.

28. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Sholudko R., Fedorchuk-Moroz V. Application of forecasting methods in harmonising strategic planning for sustainable development of the state. *Economic Forum*. 2024. Vol. 14 (2). P. 51–64.

29. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Rudynets M. Decision support system for identifying priority projects for the development of medical facilities in the hospital district. *Economic Forum*. 2024. Vol. 14 (3). P. 21–34.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

30. Tryhuba A., **Malanchuk O.** Tryhuba I. Prediction of the Duration of Inpatient Treatment of Diabetes in Children Based on Neural Networks. 5rd *International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science Workshop (MoMLeT and DS): Workshop Proceedings: CEUR 3426*. Lviv, 2023. P. 122–135. (Scopus Q4).

31. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Tryhuba I., Bandura I. A conceptual model of adaptive value management of project portfolios of creation of hospital districts in Ukraine. *4th International Workshop IT Project Management (ITPM 2023): CEUR Workshop Proceedings*, 3453. Warsaw, 2023. P. 82–95. (Scopus Q4).

32. Nytrebych Z., Il'kiv V., **Malanchuk O.**, Auzinger W. Investigation of mathematical model of acoustic wave propagation through relax environment in ultrasound diagnostics problems. *2nd International Conference on Informatics & Data-*

Driven Medicine, IDDM 2019: CEUR Workshop Proceedings, 2488. Lviv, 2019. P. 280–289. (Scopus Q4).

33. Nytrebych Z., Pukach P., Ilkiv V., Malanchuk O. Analytical method of investigation of wave processes in mathematical models of some dynamic systems. *15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM)*. Polyana, Ukraine, 2019, P. 10–14, 8779264. (Scopus Q4).

34. Nytrebych Z., Ilkiv V., **Malanchuk O.**, Pukach P., On the Modeling of the Oscillating Process of Longitudinal Elastic Body by Two-Point Problem, *IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. Lviv, Ukraine, 2019. P. 75–79. (Scopus Q4).

35. Vovk M., **Malanchuk O.**, Kohut I., Pukach P., Nytrebych Z., Ilkiv V., Modified Mathematical Model of Vibrations of a Long-sized Plate and its Application to the Analysis of MEMS Structures, *IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*. Lviv, Ukraine, 2019. P. 105-109. (Scopus Q4).

36. Tryhuba A., Tryhuba I., **Malanchuk O.**, Marmulyak A. A deep neural network model for predicting the competitive score of social projects for community development. *Proceedings of the 6th International Workshop on Modern Machine Learning Technologies (MoMLeT-2024)*. Vol. 3711. Lviv, 2024. P. 55–74. (Scopus Q4).

37. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** Simulation of the Processes in Electrical Engineering Systems via the Two-Point Problem for Telegraph Equation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, CAD in Machinery Design: Implementation and Educational Issues (CADMD 2020)*. Vol. 1016. Lviv, 2020, P. 1–8.

38. Tryhuba A., **Malanchuk O.**, Tryhuba I., Sholudko R., Seleznov R. A model for optimizing the portfolio of hospital district development projects based on a genetic algorithm. *IEEE 19th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT-2024*. Lviv, 2024, 195025. P. 1–4. (Scopus Q4).

39. Nytrebych Z., Il'kiv V., **Malanchuk O.** On the modeling process of ultrasonic wave propagation in a relaxation medium by the three-point in time problem. *3rd*

International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, IDDM 2020, CEUR Workshop Proceedings, 2753. Lviv, 2020. P. 72–81. (Scopus Q4).

40. Tryhuba A., **Malanchuk O.**, Tryhuba I., Marmulyak A. Decision support system for initiating projects of medical and social development in regions. *Proceedings of the 5nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2024)*. Bratislava, Slovakia, 2024. P. 204–218. (Scopus Q4).

41. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** The Two-Point Problem as the Mathematical Model of the Oscillation Process of a Longitudinal Body. *Advances in Intelligent Systems and Computing V. Selected Papers from the International Conference on Computer Science and Information Technologies, CSIT 2020*. Zbarazh, 2020. P. 540–550. (Scopus Q4).

42. **Malanchuk O.**, Vistak M., Politanskyi R., Andrusyak I. Analysis of a Mathematical Model of Plate Structures Oscillations in MEMS. *IEEE XVIth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*. Lviv, 2020. P. 1–4. (Scopus Q4).

43. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Tryhuba I., Sholudko R., Pankiv O. A Neural Network Model-based Decision Support System for Time Management in Pediatric Diabetes Care Projects. *IEEE 18th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT-2023*, Lviv, 2023. 195025. P. 1–4. (Scopus Q4).

44. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** On Simulation of Electromagnetic Fields Strength by Two-Point in Time Problem for Telegraph Equation. *IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, Lviv-Slavske, 2020. P. 478–481. (Scopus Q4).

45. Politanskyi R., **Malanchuk O.**, Vistak M. Simulation of Slowwave Spiral Structures Based on Analytical Model. *IEEE 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM 2023): Proceedings*, Lviv, 2023. P. 37–40. (Scopus Q4).

46. Тригуба А. М., Тригуба І. Л., **Маланчук О. М.**, Шолудько Я. В. Архітектура інтелектуальної інформаційної системи планування проєктів лікування пацієнтів. *Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому*

комплексі: матеріали XII Міжнар. наук. конференції (Львів, 04-06 жовтня 2023 р.). Львів : ЛНУП, 2023. С. 76–78.

47. Тригуба А. М., Тригуба І. Л., Мармуляк А. С., **Маланчук О. М.** Моніторингу відбору соціальних проєктів із використанням веб-парсингу. *Управління проєктами у розвитку суспільства: Управління проєктами післявоєнної розбудови України: тези XXI Міжнародної конференції*. Київ: КНУБА, 2024. С.233–237.

48. Тригуба А. М., **Маланчук О. М.**, Мармуляк А. С., Паньків О. В., Шолудько Р. Я. Алгоритм та програмні модулі моніторингу процесу відбору соціальних проєктів із використанням веб-парсингу. *Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок за заг. ред. В. І. Лопушняка, Б. І. Гулька*. Вип. 24. Львів: Львів. нац. ун-т. природ., 2024. С. 17.

49. **Маланчук О.**, Паньків О., Шолудько Р. Особливості антикризового управління проєктами функціонування медичних лабораторій в умовах надзвичайного та воєнного стану. *Зб. наук. праць XIX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів*. Львів: ЛДУ БЖД, 2024. С. 366–370.

50. Тригуба А. М., **Маланчук О. М.**, Тригуба І. Л., Шолудько Я. В. Класифікація проєктів функціонування та розвитку госпітальних округів і структура процесу їх ідентифікації. *Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції* (Коблево, 9–13 вересня 2024 р.). Харків: ХНУРЕ, 2024. С. 225–229.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	26
ВСТУП.....	27
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ У ПРАКТИЦІ ТА НАУЦІ.....	41
1.1. Аналіз стану створення госпітальних округів та обґрунтування доцільності їх розвитку в Україні на основі реалізації портфелів проєктів.....	41
1.2. Аналіз міжнародних стандартів управління проєктами та портфелями та доцільність їх використання для управління проєктами розвитку медичних закладів у госпітальних округах.....	46
1.3. Аналіз відомих методологій управління проєктами і портфелями та можливості їх використання для управління проєктами розвитку медичних закладів у госпітальних округах.....	51
1.4. Аналіз наукових праць із управління проєктами розвитку медичних закладів	63
1.5. Сучасні наукові тенденції та обґрунтування доцільності виконання досліджень у напрямі управління проєктами розвитку медичних закладів госпітальних округів	69
Висновки до розділу 1.....	73
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ АДАПТИВНО-ЦІННІСНОГО УПРАВЛІННЯ СТВОРЕННЯМ ТА РОЗВИТКОМ ГОСПІТАЛЬНИХ ОКРУГІВ. 75	75
2.1. Обґрунтування доцільності та принципів адаптивно-ціннісного управління як основи ефективного функціонування та розвитку госпітальних округів	75
2.2. Означення наукових основ адаптивно-ціннісного управління розвитком госпітальних округів	81
2.3. Особливості формування бази даних про стан мінливого проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів	85

2.4. Базові задачі та методи обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів.....	92
2.5. Класифікація проєктів функціонування та розвитку госпітальних округів і структура процесу їх ідентифікації.....	93
2.6. Означення показників цінності функціонування госпітальних округів.	98
2.7. Опис причинно-наслідкових синергетичних зв'язків між складовими проєктного середовища проєктів розвитку госпітальних округів.....	106
2.8. Використання методів машинного навчання для аналізу характеристик проєктів розвитку госпітальних округів.....	108
2.9. Обґрунтування підходу та підготовка даних для навчання нейромережевої моделі прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування пацієнтів.....	111
2.10. Адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами функціонування та розвитку госпітальних округів.....	116
2.11. Диференціально-символьний підхід до управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів.....	133
Висновки до розділу 2.....	136
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛІ І МЕТОДИ АДАПТИВНО-ЦІННІСНОГО УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ГОСПІТАЛЬНИХ ОКРУГІВ.....	140
3.1. Концептуальна модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів.....	140
3.2. Адаптивно-ціннісний метод ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів.....	150
3.3. Метод адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища.....	169
3.4. Модель оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму.....	182

3.5. Структурна модель системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту	189
3.6. Обґрунтування нейромережевої моделі прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування пацієнтів.....	201
Висновки до розділу 3.....	209
РОЗДІЛ 4. МЕТОДИ І МОДЕЛІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-СИМВОЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ	211
4.1. Оцінення вимог до методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів.....	211
4.2. Математична модель диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад.....	218
4.3. Математична модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад	221
4.4. Модель синергетичного управління портфелем медичних проєктів із використанням диференціальних рівнянь.....	224
4.5. Метод прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння	235
Висновки до розділу 4.....	243
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАРІЮ АДАПТИВНО-ЦІННІСНОГО УПРАВЛІННЯ СТВОРЕННЯМ ТА РОЗВИТКОМ ГОСПІТАЛЬНИХ ОКРУГІВ	245
5.1. Результати розробки алгоритму визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону.....	245
5.2. Система підтримки прийняття рішень для визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону.....	248
5.3. Результати розробки алгоритму оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів	251

5.4. Система підтримки прийняття рішень для оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів.....	257
5.5. Обґрунтування архітектури інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів	260
5.6. Результати розробки алгоритму та інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів.....	261
Висновки до розділу 5.....	270
РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-СИМВОЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ	272
6.1. Результати розробки алгоритму комп'ютерної моделі диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад.....	272
6.2. Комп'ютерна модель диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад	274
6.3. Результати розробки алгоритму комп'ютерної моделі диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад.....	277
6.4. Комп'ютерна модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад	280
6.5. Алгоритм моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів із використанням диференціальних рівнянь.....	283
6.6. Результати розробки системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння.....	288
6.7. Результати розробки системи підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння.....	295
Висновки до розділу 6.....	304

РОЗДІЛ 7. РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ТА ПОРТФЕЛЯМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ГОСПІТАЛЬНИХ ОКРУГІВ.....	306
7.1. Результати оцінки існуючого та обґрунтування бажаного стану створення госпітальних округів в Україні	306
7.2. Результати планування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.....	311
7.3. Результати визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону	315
7.4. Результати оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітального округу.....	318
7.5. Результати прогнозування складових медичних проєктів	324
7.6. Результати оцінення вимог до методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад	327
7.7. Результати планування медичних проєктів підтримки населення громад.....	331
7.8. Результати оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад.....	335
7.9. Результати перевірки на адекватність та використання системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів.....	339
Висновки до розділу 7.....	347
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	350
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	353
ДОДАТКИ	387
Додаток А. Список публікацій здобувача за темою дисертації.....	388
Додаток Б. Відомості про апробацію результатів дисертації	396
Додаток В. Складові концептуальної схеми дисертації.....	399
Додаток Д. Опис взаємозв'язків між складовими проєктного середовища проєктів розвитку госпітальних округів	400

Додаток Е. Результати дослідження впливу мінливих складових проектного середовища на визначення оптимального портфеля проектів розвитку госпітальних округів.....	404
Додаток Ж. Результати оцінення вимог до методів та моделей диференціально-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів	414
Додаток З. Результати планування медичних проектів підтримки населення громад.....	419
Додаток Й. Результати оцінення ризиків проектів медичної підтримки населення громад.....	421
Додаток К. Акти впровадження науково-дослідної роботи у виробництво	422

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

BD – база даних;

BSC – збалансована система показників;

DEA – аналіз оболонки даних;

ICB – базовий рівень індивідуальної компетентності;

PPM – управління проектами та портфелями;

PPRM – управління ризиками портфеля проектів;

QFD – розробка функцій якості;

RM – управління ризиками;

RPM – ризики портфелів проектів;

SD – системна динаміка;

АЦУ – адаптивно-ціннісне управління;

РМЗГО – розвиток медичних закладів у госпітальних округах;

СППР – система підтримки прийняття рішень;

ФРГО – функціонування та розвиток госпітальних округів.

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогодні система охорони здоров'я України перебуває на одному із етапів реформування, що стосується створення ефективних медичних закладів у новостворених госпітальних округах з метою підвищення ефективності надання медичних послуг і раціонального використання доступних ресурсів. Проте багато проєктів розвитку медичних закладів у госпітальних округах реалізуються без належного системного оцінювання їх цінності та без використання сучасних методологій управління проєктами. Це часто призводить до нерівномірного розподілу ресурсів і неефективного функціонування окремих медичних установ, що негативно впливає на доступність і якість медичних послуг.

Стратегічні програми розвитку медичних закладів та окремі проєкти, реалізовані в рамках реформування, а також використання існуючого інструментарію для управління проєктами не завжди забезпечують бажані результати через відсутність адаптивно-ціннісного підходу до управління медичними проєктами в умовах мінливого проєктного середовища. Особливо цього потребують медичні заклади, які мають обмежені ресурси та потребують першочергового розвитку. Для цього слід визначати першочергові проєкти розвитку медичних закладів у госпітальних округах (РМЗГО), які забезпечать максимальну цінність для всіх зацікавлених сторін. Також існує потреба у розробленні та використанні диференціально-символьного підходу до управління проєктами функціонування та розвитку госпітальних округів (ФРГО), який базується на моделюванні і аналізі складних динамічних систем, що забезпечують гнучкість та адаптацію до мінливого проєктного середовища, орієнтацію на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків.

Дисертація присвячена вирішенню важливої науково-прикладної проблеми підвищення якості управління проєктами РМЗГО шляхом обґрунтування адаптивно-ціннісного та диференціально-символьного підходів та на їх основі розроблення моделей, методів та інструментів, які формують методологію

адаптивно-ціннісного управління зазначеними проєктами. Таким чином, тема дисертації є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано відповідно до «Державної стратегії розвитку системи охорони здоров'я на період до 2030 року», Фіналізований проєкт якої погоджений членами Міжсекторальної робочої групи з питань розробки Стратегії (23 лютого 2022 року), «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення надання медичної допомоги», прийнятого ВР №2347-ІХ від 01.07.2022, «Порядку реалізації програми державних гарантій медичного обслуговування населення у 2024 році», затвердженого Постановою КМ України від 22.12.2023 р. № 1394 (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 428 від 13.04.2024), «Плану розвитку Львівського госпітального округу на 2023-2025 роки», затвердженого Львівською ОВА № 66/0/5-24ВА від 19.01.2024, «Програми розвитку інфраструктурних проєктів Львівської міської територіальної громади», затвердженої ухвалою №4986 від 04.07.2024 Львівської МР, а також, згідно з планами НДР Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького «Застосування математичних методів для дослідження фізико-хімічних процесів в біотехнічних системах» (ДР № 0117U001078) та «Дослідження фізико-хімічних процесів в біотехнічних системах» (ДР № 0122U000264). У цих дослідженнях автор був виконавцем окремих їх підрозділів.

Ідея роботи полягає у розробці та впровадженні методології адаптивно-ціннісного управління проєктами РМЗГО, яка забезпечує гнучке реагування на зміни в проєктному середовищі, орієнтацію на створення цінностей для зацікавлених сторін, оптимальний розподіл ресурсів та управління ризиками, що забезпечує якісне виконання управлінських процесів та обґрунтування пріоритетних проєктів.

Мета і завдання дослідження. *Метою роботи є розробка методології адаптивно-ціннісного управління, моделей, методів і засобів управління проєктами РМЗГО.*

Завдання дослідження:

1) провести аналіз сучасного стану проблем у науковій і практичній діяльності проєктних менеджерів, обґрунтувати необхідність розробки нових та вдосконалення наявних наукових основ, моделей, методів і засобів управління проєктами РМЗГО;

2) розробити методологію адаптивно-ціннісного управління проєктами РМЗГО у динамічному проєктному середовищі за обмежених ресурсів;

3) розкрити адаптивно-ціннісний та диференціально-символьний підходи до управління проєктами РМЗГО;

4) розробити моделі та методи адаптивно-ціннісного управління проєктами створення та розвитку госпітальних округів, які базуються на узгодженні архітектури портфелів проєктів розвитку госпітальних округів, а також конфігурації проєктів із динамічним проєктним середовищем;

5) запропонувати методи та моделі диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів, які базуються на комплексному підході, який поєднує в собі методи математичного моделювання, диференціально-символьного аналізу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень;

б) розробити інструментарій адаптивно-ціннісного та диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів, використати розроблений інструментарій для пришвидшення та підвищення точності виконання управлінських операцій;

7) виконати оцінку існуючого стану створення госпітальних округів, обґрунтувати тенденції зміни складових проєктів у мінливому проєктному середовищі та відстежувати зазначені тенденції у часі, впровадити у практику методики та рекомендації щодо адаптивно-ціннісного управління проєктами РМЗГО.

Об'єкти дослідження – процеси управління архітектурою, конфігурацією, ризиками, суперечностями та конфліктами інтересів, цінністю та ресурсами проєктів РМЗГО.

Предмети дослідження – методологія адаптивно-ціннісного управління проектами РМЗГО, моделі, методи та засоби управління, а також залежність цінності проектів від мінливого проектного середовища та потреб у ресурсах.

Методи дослідження. Науково-прикладна проблема розробки методології адаптивно-ціннісного управління проектами РМЗГО вирішувалась на основі використання сучасних підходів до управління проектами, зокрема адаптивних методів управління та теорії портфельного управління в умовах мінливого проектного середовища, адаптивно-ціннісного та диференціально-символьного підходів до управління проектами РМЗГО, проектами функціонування та розвитку медичних закладів, а також синергетичного управління портфелем медичних проектів на основі диференціальних рівнянь, системного та ціннісного аналізу, багатофакторної оцінки медичних проектів, комп'ютерного моделювання використано для створення моделей та методів управління, диференціальні рівняння використовувалися для опису неперервних змін базових показників, таких як здоров'я населення та фінансові витрати, зокрема, телеграфне рівняння використовувалося для моделювання коливальних та хвильових процесів у проектному середовищі, чисельні методи для моделювання та прогнозування змін показників проектного середовища в умовах його динамічності, аналізу ієрархій для структурованого оцінювання пріоритетів, аналітично-експериментального оцінення для кількісної оцінки впливу різних чинників проектного середовища на результативність медичних проектів, методи обчислювального інтелекту, статистичного й аналітичного оцінювання використовувалися для створення моделей прогнозування складових проектів та їх проектного середовища, ітерацій та оптимізації для визначення пріоритетних проектів та формування портфеля проектів РМЗГО, кореляційний та регресійний аналіз використано для аналізу взаємозв'язків між показниками медичних проектів та їх проектного середовища, комп'ютерні експерименти й графоаналітичний аналіз – для виявлення тенденцій зміни цінності проектів та оптимізації їх складових.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у створенні методології адаптивно-ціннісного управління, а саме моделей, методів та засобів управління

проектами РМЗГО, що базуються на комбінуванні гнучкості проектного управління із врахуванням мінливого проектного середовища, орієнтації на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків, що зумовлює якісне обґрунтування пріоритетних проектів РМЗГО. Під час дослідження були досягнуті наступні наукові результати:

Вперше розроблено:

– адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами РМЗГО, який базується на обґрунтованих принципах та управлінських процесах, та диференціально-символьний підхід до управління проектами ФРГО, який базується на використанні диференціальних рівнянь та символьних обчислень для моделювання і аналізу складних динамічних систем, що забезпечують гнучкість та адаптацію до мінливого проектного середовища, орієнтацію на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків;

– концептуальну модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проектів створення госпітальних округів та модель оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів, які передбачають виконання управлінських процесів, що забезпечують узгодження архітектури портфелів проектів розвитку госпітальних округів, а також конфігурації проектів із динамічним проектним середовищем, що дає можливість отримати продукти проектів із максимальною цінністю для стейкхолдерів;

– адаптивно-ціннісний метод ініціації проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів, який базується на використанні обчислювального інтелекту, що забезпечує визначення пріоритетних проектів завдяки адаптації їх продукту до вимог стейкхолдерів та мінливого проектного середовища, а також створення максимальної цінності від реалізації зазначених проектів;

– нейромережеву модель прямого зв'язку для прогнозування тривалості життєвого циклу проектів стаціонарного лікування пацієнтів, яка враховує приховані взаємозв'язки між складовими проектного середовища та має

оптимізовану архітектуру, що забезпечує підвищення точності прийняття управлінського рішення;

– диференціально-символьні моделі планування медичних проєктів, оцінення їх ризиків та синергетичного управління їх портфелем, які передбачають використання диференціальних рівнянь для опису динаміки складових проєктів та їх проєктного середовища, а також використання символічних виразів для представлення окремих показників, що дозволяє оцінювати ризики, стан використання ресурсів, а також синергетичні ефекти, що виникають під час взаємодії медичних проєктів;

Удосконалено:

– метод адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища, який на відміну від існуючих базується на використанні адаптивно-ціннісного підходу, методах машинного навчання, багатокритеріального аналізу, генетичного алгоритму та метод прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки, який на відміну від існуючих передбачає використання телеграфного рівняння для моделювання хвилеподібного поширення епідемій, що забезпечує підвищення ефективності та результативності реалізації проєктів у мінливому проєктному середовищі;

– структурну модель системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту, яка на відміну від існуючих базується на використанні обчислювального інтелекту, а також передбачає використання бази даних та бази знань, які забезпечують автоматизоване виконання управлінських процесів стосовно обґрунтування змісту проєктів та розробки індивідуальних планів лікування пацієнтів;

– науково-методичні засади планування проєктів РМЗГО, які на відміну від існуючих, передбачають поєднання процесів управління суперечностями та конфліктами інтересів між зацікавлених сторін, а також кількісної оцінки цінності, що забезпечує збалансований розвиток медичних закладів, підвищуючи загальну стійкість та ефективність системи охорони здоров'я.

Набули подальшого розвитку:

– методологія управління проектами розвитку медичних закладів, а також термінологія та база знань у сфері проектного управління.

Практичне значення отриманих результатів стосується того, що вони дозволили розробити:

– методики, алгоритми та системи підтримки прийняття управлінських рішень для визначення пріоритетних проектів створення та розвитку медичних закладів регіону, оптимізації сценаріїв реалізації портфелів проектів розвитку госпітальних округів та прогнозування складових медичних проектів, які базуються на адаптивно-ціннісному підході, науково-методичних засадах планування, моделях та методах управління проектами РМЗГО, що забезпечують підвищення ефективності та результативності реалізації зазначених проектів із урахуванням змін у проектному середовищі та потреб стейкхолдерів;

– методики, алгоритми та системи підтримки прийняття управлінських рішень для планування та оцінки ризиків проектів медичної підтримки населення громад, прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз та синергетичного управління портфелем медичних проектів, які базуються на диференціально-символьному підході, моделях та методах управління проектами РМЗГО, що забезпечують підвищення точності та пришвидшення процесу прийняття управлінських рішень у мінливому проектному середовищі.

Результати проведених досліджень знайшли застосування в рекомендаціях щодо адаптивно-ціннісного управління проектами РМЗГО у практичну діяльність Львівського, Тернопільського та Івано-Франківського госпітальних округів, що підтверджується актами впровадження у практичну діяльність КНП ЛОР «Львівська обласна інфекційна клінічна лікарня», КНП ЛОР «Клінічний центр дитячої медицини», ДУ «Львівський обласний центр контролю та профілактики хвороб», КНП «Добросинсько-Магерівський центр первинної медико-санітарної допомоги», КНП «Рава-Руська лікарня», КНП ЯМР «Яворівська центральна районна лікарня», КНП «ІФОДКЛ ІФ ОР», Департаменту охорони здоров'я Тернопільської ОВА та Військового шпиталю в/ч 3309. Встановлено, що запропоновані рекомендації

сприяють покращенню якості управлінських рішень та підвищенню цінності від реалізації проєктів РМЗГО на 12...36 %.

На основі проведених досліджень здобувачем розроблено методичні рекомендації, комп'ютерні моделі та системи підтримки прийняття управлінських рішень, які впроваджено в навчальний процес Львівського національного університету природокористування для проведення викладачами кафедри інформаційних технологій лекційних та лабораторних занять з дисципліни «Управління проєктами» (спеціальність 073 «Менеджмент», освітньо-професійна програма «Менеджмент» другого (магістерського) рівня вищої освіти) та з дисциплін «Системи підтримки прийняття рішень», «Технології проєктування інформаційних систем» (спеціальність 126 «Інформаційні системи та технології», освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології» другого (магістерського) рівня вищої освіти) (акт впровадження від 17.09.2024 р.), а також у навчальний процес Львівського державного університету безпеки життєдіяльності для проведення викладачами кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій лекційних та лабораторних занять з дисциплін «Інтелектуальний аналіз даних», «Системи підтримки прийняття рішень» (спеціальність 122 «Комп'ютерні науки», освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти) та з дисципліни «Інтелектуальні системи аналізу даних та підтримки прийняття рішень» (спеціальність 073 «Менеджмент», освітньо-наукової програми «Управління проєктами» третього (PhD) рівня вищої освіти) (акт впровадження від 09.09.2024 р.), а також у навчальний та науково-дослідний процеси кафедри біофізики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького для проведення лекційних та практичних занять з дисциплін «Вища математика і статистика» та «Основи системного аналізу» (спеціальність 226 «Фармація, промислова фармація» освітньої програми підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 22 «Охорона здоров'я») (акт впровадження від 30.09.2024 р.).

Особистий внесок здобувача. Усі наукові положення, розробки та результати, які представлені до захисту, отримані здобувачем самостійно, відносяться до сфери управління проектами та програмами. Особистий внесок здобувача в наукових роботах, які приведені в Додатку А, виконаних у співавторстві, наступний. У роботі [1] – проведено аналіз методів, моделей та інструментів для покращення ефективної підтримки розробки структурних елементів у моделі системи підтримки прийняття рішень; [2] – обґрунтовано диференціально-символьний метод дослідження триточкової задачі в часі, що використано у моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів; [3] – використано розроблений диференціально-символьний підхід до нетривіальних розв’язків однорідної системи рівнянь Ламе, що описують як використання ресурсів та розподіл їх між проєктами у часі, так і синергетичні ефекти; [4] – розроблено диференціально-символьний метод побудови точного аналітичного розв’язку для задачі прогнозування; [5] – досліджено і виконано аналіз динамічних процесів в коливальних системах тісно пов’язаних з пошуком точних або наближених аналітичних розв’язків задач, що відображають мінливе проєктне середовище медичних проєктів; [6] – обґрунтовано алгоритм із використанням квазіполіноміальних розв’язків двоточкової задачі для рівняння в частинних похідних, що лежить в основі моделі диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення; [7] – проведено аналіз методів автоматичної атрибуції текстового контенту, що лежить в основі оцінення стану проєктного середовища проєктів розвитку медичних закладів у госпітальних округах; [8] – виконано аналіз сучасного стану проблеми управління проєктами та існуючих цифрових інструментів для реалізації проєктів; [9] – виконано аналіз стану управління проєктами в теорії та практиці, а також інструментарію для моніторингу процесу відбору проєктів; [10] – обґрунтовано характеристики проєктів підтримки охорони здоров’я у громаді та розроблено рекомендації для проєктних менеджерів; [11] – обґрунтовано потребу реалізації проєктів із використанням різноманітних інформаційних технологій, а також особливості виконання процесів ініціації та планування проєктів розвитку громад та регіонів; [12] – обґрунтовано архітектуру, розроблено алгоритм та концепцію інтелектуальної інформаційної

системи для прогнозування складових медичних проєктів; [13] – розроблено алгоритм використання адаптивно-ціннісного підходу до управління проєктами розвитку громад та регіонів; [14] – розроблено структурну модель системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту та архітектуру інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень; [15] – виконано аналіз стану питання та обґрунтовано концепцію управління суперечностями між зацікавленими сторонами проєктів створення та розвитку медичних закладів; [16] – розроблено математичну та комп’ютерну модель диференційно-символьного оцінювання ризиків проєктів медичної підтримки населення громад; [17] – розроблено математичну модель та систему підтримки прийняття рішень для прогнозування епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння; [18] – обґрунтовано принципи та на їх основі розроблено логіко-принципову модель адаптивно-ціннісного управління проєктами розвитку госпітальних округів; [19] – розроблено адаптивно-ціннісний підхід до визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, а також на його основі розроблено систему підтримки прийняття рішень; [20] – розроблено математичну модель, алгоритм та проведено аналіз аналізі результатів диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення; [21] – обґрунтовано математичну модель з локальними однорідними двоточковими умовами за часом для неоднорідного диференціального рівняння другого порядку за часовою змінною, що лежить в основі диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад; [22] – використано диференціально-символьний підхід та обґрунтовано граничні умови двоточної задачі, що характерно для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння; [23] – запропоновано диференційно-символьний метод із використанням однорідних диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку за часом, що лежить в основі математичної моделі диференціально-символьного планування медичних проєктів; [24] – обґрунтовано диференціально-символьний метод побудови квазіполіноміальних розв’язків двоточної задачі для рівняння із частинними похідними, що лежить в основі моделі прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз; [25] – обґрунтовано математичну модель розв’язку задачі з

локальними однорідними двоточковими за часом умовами для неоднорідних похідних другого порядку за часом, що лежить в основі прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння; [26] – розроблено математичну модель із використанням однорідного диференціального рівняння в частинних похідних другого порядку за часом із заданими однорідними двоточковими умовами по цій змінній, що лежить в основі планування медичних проєктів підтримки населення громад; [27] – виконано класифікацію проєктів та розроблено науково-методичні засади ідентифікації пріоритетних проєктів функціонування та розвитку госпітальних округів; [28] – розроблено моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів розвитку госпітальних округів на основі телеграфного рівняння; [29] – розроблено алгоритм та систему підтримки прийняття рішень для управлінського процесу визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону; [30] – обґрунтовано підхід та алгоритм прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей на основі нейронних мереж; [31] – розроблено концептуальну модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів та виконано аналіз створення госпітальних округів в Україні; [32] – обґрунтовано математичну модель поширення акустичних хвиль у релаксуючому середовищі, що лежить в основі прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки; [33] – розроблено алгоритм та виконано моделювання на основі хвильових рівнянь для прогнозування динаміки зміни чинників ризику впродовж заданого часу; [34] – проведено аналіз використання диференціальних рівнянь з частинними похідними у різних предметних галузях та на їх основі обґрунтовано математичну модель, що забезпечує адаптивність до змін у проєктному середовищі; [35] – обґрунтовано метод, що лежить в основі моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів; [36] – виконано аналіз стану використання обчислювального інтелекту для вирішення управлінських задач прогнозування у проєктному менеджменті та обґрунтовано методику використання глибинних нейронних мереж; [37] – розроблено математичну модель, що містить диференціальне рівняння другого порядку за часом і двоточкові часові умови, яка лежить в основі

інструментарію диференційно-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів; [38] – розроблено модель оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму та на її основі систему підтримки прийняття рішень; [39] – досліджено використання гіперболічного рівняння третього порядку у методах та моделях диференційно-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів; [40] – розроблено систему підтримки прийняття рішень із вкладкою для оцінення тривалості проектів лікування цукрового діабету у дітей, досліджено складові медичних проектів із врахуванням наявного стану проектного; [41] – проведено аналіз стану питання та виконано розв’язок диференціального рівняння в частинних похідних другого порядку за часом, що забезпечує диференціальний аналіз під час прийняття обґрунтованих управлінських рішень у проектах розвитку медичних закладів; [42] – проведено дослідження математичної моделі із диференціальними рівняннями в частинних похідних другого порядку за часом і четвертого порядку за просторовими змінними з умовами, що забезпечує опис динаміки медичних проектів, як окремої системи; [43] – виконано системний аналіз та опис системи підтримки прийняття рішень на основі моделі нейронної мережі для управління часом у проектах з лікування діабету у дітей; [44] – проведено опис диференціального рівняння із частинними похідними другого порядку за часом та заданими умови, що описують мінливе проектне середовище медичних проектів підтримки населення громад; [45] – проведено дослідження на основі використання диференційно-символьного підходу для отримання числових розв’язків системи нелінійних рівнянь комплексної змінної; [46] – сформовано основні вимоги та компоненти архітектури інтелектуальної інформаційної системи планування проектів лікування пацієнтів, з урахуванням специфіки медичних даних та потреби пацієнтів; [47] – розроблено структуру для інтеграції зібраної інформації в систему моніторингу та досліджено доступні онлайн-джерела даних та платформи для збору інформації про проекти; [48] – визначено вимоги до алгоритму та програмних модулів, які забезпечують ефективність системи моніторингу процесу відбору проектів; [49] – сформульовано концепцію управління кризовими ситуаціями в медичних лабораторіях, включаючи стратегії зниження ризиків, управління ресурсами;

[50] – проведено детальну класифікацію проєктів функціонування та розвитку госпітальних округів та обґрунтовано особливості процесу їх ідентифікації.

Апробація результатів дисертації в (Додаток Б). Основні положення дисертації були представлені та позитивно оцінені на II Міжнародній конференції з інформатики та медицини, керованої даними (IDDM 2019) (Львів, Україна, 2019), XV Міжнародній конференції з досвіду проєктування та застосування систем автоматизованого проєктування (CADSM) (Поляна, Україна, 2019), XIV Міжнародній конференції з комп'ютерних наук та інформаційних технологій (CSIT 2019) (Львів, Україна, 2019), III Міжнародній конференції з інформатики та медицини, керованої даними (IDDM 2020) (Векше, Швеція, 2020), Міжнародній конференції з матеріалознавства та інженерія «САПР в машинобудуванні: впровадження та питання Освіти (CADMD 2020) (Львів, Україна, 2020), XV Міжнародній конференції з комп'ютерних наук та інформаційних технологій (CSIT 2020) (Збараж, Україна, 2020), XV Міжнародній конференції з новітніх тенденцій в радіоелектроніці, телекомунікаціях та комп'ютерній інженерії (TCSET-2020) (Львів-Славське, Україна, 2020), XVIII Міжнародній конференції з комп'ютерних наук та інформаційних технологій (CSIT-2023) (Львів, Україна, 2023), XVI Міжнародній конференції з перспективних технологій та методів проєктування MEMS (MEMSTECH-2020) (Львів, Україна, 2020), VI Міжнародному семінарі з сучасних технологій машинного навчання (MoMLeT-2024) (Львів, Україна, 2024), XIX Міжнародній конференції з комп'ютерних наук та інформаційних технологій (CSIT-2024) (Львів, Україна, 2024), XVII Міжнародній конференції з досвіду проєктування та застосування систем автоматизованого проєктування (CADSM 2023) (Ярослав, Польща, 2023), V Міжнародному семінарі з управління IT-проєктами (ITPM 2024) (Братислава, Словаччина, 2024), IV Міжнародному семінарі з управління IT-проєктами (ITPM 2023) (Варшава, Польща, 2023), V Міжнародному семінарі з сучасних технологій машинного навчання та науки про дані, (MoMLeT та DS 2023) (Львів, Україна, 2023), XII, XIII Міжнародних науково-практичних конференціях «Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому комплексі» (Львів, Україна, 2023, 2024 р.), XXI Міжнародній

конференції «Управління проектами у розвитку суспільства» (Київ, Україна, 2024), XIX Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, курсантів та студентів (Львів, Україна, 2024), Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні системи в управлінні проектами та програмами» (Коблево, Україна, 2024 р.).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 50 наукових праць: 27 статей у наукових виданнях, з яких 7 статей у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз Scopus та/або Web of Science, 11 статей у фахових виданнях України, 9 статей, які додатково відображають наукові результати дисертації (з них 6 статей у виданнях, що індексуються міжнародними наукометричними базами Scopus та Web of Science, 3 – у фахових виданнях України); 2 колективні монографії (з них 1 індексується міжнародною наукометричною базою Scopus; 21 наукова праця, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації (з них 16 публікацій у закордонних наукових виданнях за результатами міжнародних наукових конференцій, що індексуються у міжнародних науково-метричних базах, а також 5 тез у матеріалах міжнародних та національних наукових конференцій).

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 7 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел з 279 найменувань, містить 433 сторінки друкованого тексту (з них 311 сторінок основного тексту), 20 таблиць, 95 рисунків, 9 додатків.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ У ПРАКТИЦІ ТА НАУЦІ

1.1. Аналіз стану створення госпітальних округів та обґрунтування доцільності їх розвитку в Україні на основі реалізації портфельів проєктів

Сьогодні система охорони здоров'я України функціонує неефективно. Це призводить до неякісного лікування пацієнтів та підвищеної їх смертності, порівняно із розвинутими країнами світу [98, 170, 235]. Особливо це спостерігається серед населення сільських територіальних громад, які є віддаленими від лікарень різного рівня та не мають власної бази для лікування найбільш розповсюджених захворювань. Водночас, для виходу з існуючого небажаного стану системи охорони здоров'я, під координацією та управлінням Кабінету міністрів України, Міністерства охорони здоров'я України, Національної служби здоров'я України обласних державних адміністрацій, органів регіонального управління та місцевого самоврядування, забезпечується формування та реалізація державної політики у сфері охорони здоров'я завдяки реалізації окремих програм та проєктів. З-поміж них особлива увага приділяється проєктам створення та розвитку госпітальних округів у окремих регіонах, які потребують портфельного управління.

Ефективне управління портфелями створення та розвитку госпітальних округів потребує розв'язання низки науково-прикладних управлінських задач. Це зумовлює потребу розроблення інструментарію, який забезпечить реалізацію відповідних управлінських процесів. Однією із таких невирішених задач є розробка концептуальної моделі адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів, яка базується на методології портфельного управління, враховує специфічні особливості проєктного середовища окремих регіонів та чинні регламенти щодо архітектури і цінності функціонування госпітальних округів. Розроблення зазначеної концептуальної моделі забезпечить адекватну ініціацію проєктів створення та розвитку госпітальних округів із максимальною цінністю для стейкхолдерів та адаптацією до специфічного їх проєктного середовища. На основі концептуальної моделі адаптивно-ціннісного

управління портфелями проєктів створення госпітальних округів виконуватимуться управлінські процеси узгодження конфігурації проєктів створення та розвитку госпітальних округів із конфігурацією їх проєктного середовища на основі моделювання зазначених проєктів. Результати моделювання забезпечать формування портфелів проєктів розвитку госпітальних округів із максимальною цінністю для стейкхолдерів у заданому проєктному середовищі.

Національною стратегією реформування системи охорони здоров'я в Україні передбачається зміна її архітектури [46]. Зокрема, пропонується забезпечити зміцнення первинної медичної допомоги завдяки визнанню сімейних лікарів автономними суб'єктами через втілення приватної практики функціонування первинної ланки надання медичної допомоги за аналогом Великої Британії, Нідерландів, Данії тощо. Особливо це актуально для сільської місцевості. Для цього у 2018 році було прийнято Закон України «Про підвищення доступності та якості медичного обслуговування у сільській місцевості» [59]. У ньому прописані основні напрями розвитку системи охорони здоров'я на території сільських територіальних громад. Пропонується розвивати первинну медичну допомогу у сільській місцевості (рис. 1.1).

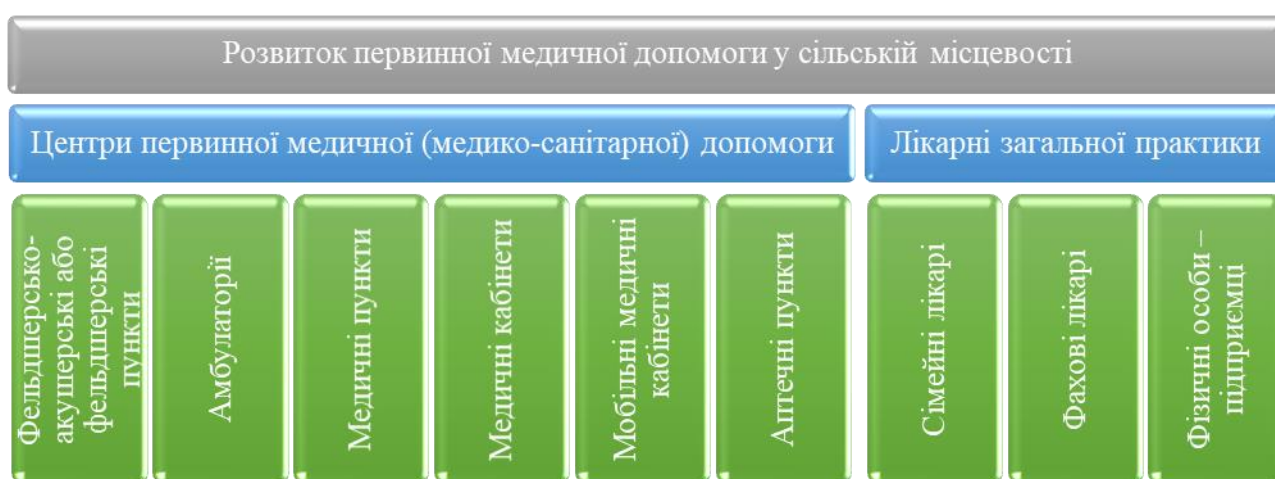


Рисунок 1.1 – Напрямки розвитку первинної медичної допомоги у сільській місцевості

Зокрема, цей розвиток має відбуватися завдяки створенню центрів первинної медичної (медико-санітарної) допомоги, фельдшерсько-акушерських або

фельдшерських пунктів, амбулаторій, медичних пунктів, медичних кабінетів, мобільних медичних кабінетів, аптечних пунктів, а також лікарень загальної практики, у яких сімейні лікарі, фахові лікарі та фізичні особи - підприємці надаватимуть первинну медичну допомогу населенню. Регламентується розроблення та реалізація програм та проєктів, які стосуються як окремих напрямів медичного обслуговування, так і забезпечення ресурсами та розвитку інфраструктури.

Окрім цього, пропонується реформування лікарняної мережі окремих регіонів держави завдяки об'єднанню лікарень у єдиний лікарняний простір. Для цього прийнято постанову Кабінету Міністрів України від 30.11.2016 № 932 «Про затвердження Порядку створення госпітальних округів» [55]. У ній передбачено створення різних видів медичних закладів у окремих регіонах (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Рівні реформування лікарняної мережі окремих регіонів держави завдяки об'єднанню лікарень у єдиний лікарняний простір

Зокрема, пропонується створення багатопрофільних лікарень інтенсивного лікування першого рівня (надання первинної (спеціалізованої) медичної допомоги та екстреної медичної допомоги населенню), багатопрофільних лікарень інтенсивного лікування другого рівня (надання вторинної (спеціалізованої)

медичної допомоги населенню в умовах цілодобового та денного стаціонару або амбулаторних умовах), а також госпітальних округів, які являють собою функціональні об'єднання закладів охорони здоров'я, що розташовані на окремій території (надання вторинної (спеціалізованої) медичної допомоги населенню на окремій території). При цьому госпітальні округи створюються для гарантованого своєчасного доступу населення до якісних послуг вторинної (спеціалізованої) медичної допомоги. Вони формуються на окремій території із об'єднанням різних медичних закладів (рис. 1.3).

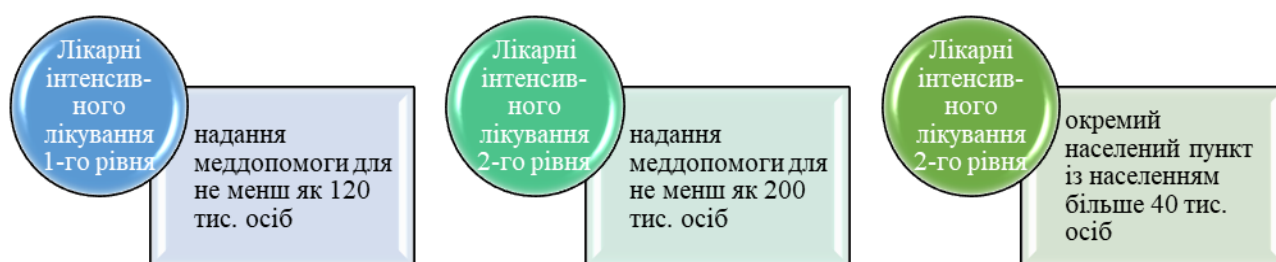


Рисунок 1.3 – Вимоги до створення центрів госпітальних округів

Передбачається, що будуть створені центри у вигляді лікарень інтенсивного лікування 1-го (надання меддопомоги для не менш як 120 тис. осіб) або 2-го рівня (надання меддопомоги для не менш як 200 тис. осіб), залежно від кількості мешканців. Також регламентується те, що центром госпітального округу може бути окремий населений пункт із багатoproфільною лікарнею інтенсивного лікування 2-го рівня та населенням більше 40 тис. осіб. Територіальне розташування госпітального округу повинно забезпечувати прибуття пацієнтів до багатoproфільних лікарень інтенсивного лікування до 60 хв., а радіус зони їх обслуговування не повинен перевищувати 60 км за наявних доріг із твердим покриттям.

Зарубіжний досвід функціонування системи охорони здоров'я свідчить про те, що у всіх країнах OECD розвивається та підтримується амбулаторне лікування, яке забезпечує профілактику та надання невідкладної лікарської допомоги жителям окремих територій, в тому числі і сільських громад, які віддалені від лікарень інтенсивного лікування.

Адекватне управління проєктами передбачає прогнозування мінливого проєктного середовища для кожного із проєктів під час створення госпітальних округів в окремому регіоні. Окрім того, оцінюється стан використання продукту окремих проєктів на підставі їх моделювання. Саме це зумовлює потребу проведення специфічних досліджень та розроблення концептуальної та сервісної моделі адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів в окремому регіоні [102, 215, 239, 242]. Без врахування стану специфічного проєктного середовища окремих проєктів, що реалізуються під час створення госпітальних округів для заданого регіону, а також без інтелектуального прогнозування показників цінності цих проєктів, неможливо адекватно сформулювати ефективний портфель проєктів та відповідно якісно обґрунтувати структуру госпітальних округів у бажаному стані.

Розглядаючи закордонні дослідження, можна відмітити окремі наукові роботи [109, 137, 274], у яких частково враховуються мінливі складові проєктного середовища та інтелектуального прогнозування захворювань населення у розрізі окремих хвороб. Однак, переважно вони стосуються розвинутих країн світу, що адекватно не відображає умови системи охорони здоров'я окремих регіонів України. Окрім того, вони не стосуються створення госпітальних округів та відповідно у них не досліджувалися можливості реалізації проєктів створення лікарняної мережі окремих регіонів держави завдяки об'єднанню лікарень у єдиний лікарняний простір. Отже, вони не забезпечують адекватне обґрунтування структури госпітальних округів у бажаному стані для заданого регіону з урахуванням їх специфічного проєктного середовища [111, 117, 257].

Для об'єктивного обґрунтування структури госпітальних округів для окремих регіонів слід розробити методологію та концептуальну модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів їх створення [241, 262]. Саме зазначена концептуальна модель забезпечує відображення причинно-наслідкових зв'язків між процесами управління, які мають свою специфіку. Зокрема, вони орієнтовані на створення максимальної цінності для стейкхолдерів завдяки адаптації конфігурації госпітальних округів до особливого мінливого проєктного

середовища, що моделюється із використанням обчислювального інтелекту [115, 210, 73]. Окрім того, передбачається виконання процесів інтелектуального прогнозування показників цінності проєктів, що забезпечує створення ефективних їх портфелів та відповідно якісне обґрунтування конфігурації госпітальних округів у бажаному стані [120, 243]. Це забезпечує створення ефективних портфелів і, відповідно, якісне обґрунтування конфігурації госпітальних округів у бажаному стані.

1.2. Аналіз міжнародних стандартів управління проєктами та портфелями та доцільність їх використання для управління проєктами розвитку медичних закладів у госпітальних округах

Міжнародні стандарти управління проєктами та портфелями забезпечують регламенти та рекомендації для забезпечення ефективного та дієвого управління проєктами та портфелями в різних галузях і регіонах [66]. Ці стандарти допомагають організаціям узгодити свою практику управління проєктами з найкращими світовими практиками, забезпечуючи послідовність, якість і кращі результати. Результати виконаного аналізу міжнародних стандартів управління проєктами та їх портфелями, а також їх можливості щодо використання для управління проєктами РМЗГО представлено у табл. 1.1.

Стандарти PMBOK (Project Management Body of Knowledge) і стандарти ISO (ISO 10006, ISO 21500) широко визнані та містять комплексні рекомендації щодо управління проєктами, управління якістю та управління портфелем проєктів [148, 149, 214]. PMBOK суттєво змінився від свого 1-го видання в 1996 році до 7-го видання в 2021 році, відображаючи зміни в принципах управління проєктами та областях ефективності [151]. PMBOK 7 є корисним інструментом для управління проєктами РМЗГО завдяки його гнучкості, орієнтації на цінність і системному мисленні. Однак існує потреба адаптації до певних галузей охорони здоров'я та

місцевих вимог, оскільки цей стандарт не пропонує готові рішення для всіх аспектів медичних проєктів.

ISO 10006:2018 є вагомим інструментом для підвищення ефективності управління якістю в медичних проєктах [148]. Його застосування значно підвищує стандарти якості на всіх етапах реалізації медичних проєктів, забезпечуючи безперервне покращення процесів і відповідність вимогам стейкхолдерів. Однак, складність впровадження та потреба в адаптації під галузеву специфіку вимагають додаткових зусиль і ресурсів. Впровадження ISO 10006 вимагає фінансових витрат, пов'язаних із навчанням персоналу, впровадженням системи управління якістю та сертифікацією, що є дорогим для медичних закладів з обмеженим бюджетом.

ISO 21500:2021 є цінним інструментом для управління проєктами в медичних закладах за рахунок їх гнучкості, технологічного підходу та орієнтації на стейкхолдерів та продукт. Стандарт дозволяє підвищити ефективність проєктів, зосередившись на управлінських ресурсах, ризиках та якості. Однак, для ефективного застосування в медичній сфері існує потреба у додатковій адаптації та інтеграції з іншими стандартами. Його впровадження вимагає значних ресурсів, що є викликом для невеликих медичних установ із обмеженим фінансуванням або кадровими ресурсами.

IPMA Individual Competence Baseline (ICB) версія 4 – це глобальний стандарт компетенцій з управління проєктами, програмами та портфелями. Цей стандарт розроблявся протягом чотирьох років і має на меті забезпечити комплексну основу для оцінювання та розвитку компетенцій осіб у цих сферах [146, 263]. IPMA ICB 4.0 пропонує комплексний підхід до управління проєктами, поєднуючи технічні знання з розвитком персональних навичок і врахуванням контексту, в якому реалізуються проєкти.

Використання цього стандарту в проєктах розвитку медичних закладів дозволяє створити більш ефективну та адаптивну систему управління, орієнтовану на командну роботу, якісне планування та гнучке реагування на зміни. Однак для його впровадження потрібна додаткова підготовка і розвиток м'яких навичок серед

Таблиця 1.1 – Аналіз міжнародних стандартів управління проектами та їх портфелями і їх можливості щодо використання для управління проектами РМЗГО

Назва	Основні ідеї	Можливості використання для управління проектами РМЗГО	
		Переваги	Недоліки
1	2	3	4
РМВОК 7-е видання [66, 151, 214]	Основна увага приділяється не процесам, а принципам. Замість традиційних процесів управління проектами видання акцентує увагу на 12 принципах, таких як орієнтація на стейкхолдерів, команду, адаптацію до контексту, системне мислення, керування ризиками тощо	РМВОК 7 дозволяє використовувати різноманітні підходи до управління проектами, такими як Agile або гібридні моделі, які можуть бути ефективними в умовах швидких змін в галузі охорони здоров'я. Це дає можливість госпітальним округам швидко реагувати на зміни потреб населення або ресурсів.	РМВОК 7 є адаптивний, але він не дає конкретних інструкцій щодо спеціалізованих проектів у медичній сфері. Не розкриває, як саме впроваджувати проекти в рамках системи охорони здоров'я з обмеженими ресурсами або особливими нормативними вимогами.
ISO 10006:2018 [148]	Вміщує принципи управління якістю до управління проектами. Допомагає організаціям забезпечити відповідність проектних процесів і результатів стандартам якості, зосереджуючись на задоволенні клієнтів і постійному вдосконаленні протягом життєвого циклу проекту.	Стандарт ISO 10006:2018 дозволяє будувати якісне управління на кожному етапі проекту, що забезпечує дотримання високих стандартів до медичних послуг. Допомагає використати системний підхід до управління проектами, включаючи всі медичні заклади.	Стандарт ISO 10006:2018 містить загальні рекомендації з управління якістю, однак не містить спеціальних інструкцій для сектору охорони здоров'я. Тому може знадобитися додаткова адаптація під нормативні вимоги медичних закладів.
ISO 21500:2021	Міжнародний стандарт, який дає рекомендації щодо управління проектами. Він розроблений для підтримки всіх типів організацій у використанні найкращих практик щодо проектів, фокусуючись на ключових етапах та процесах успішної реалізації проектів.	ISO 21500:2021 є адаптований для різних видів проектів, зокрема для медичних закладів. Гнучкий процесний підхід дозволяє зберегти стандарт для управління як масштабними проектами будівництва лікарень, так і меншими проектами покращення надання медичних послуг.	ISO 21500 пропонує універсальні принципи, однак він не містить галузевих специфікацій, таких як конкретні медичні вимоги до процесів. Це означає, що організаціям необхідно адаптувати стандарт під спеціальні вимоги системи охорони здоров'я.

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4
IPMA версія 4 [146, 263]	IPMA ІСВ 4.0 використовується для оцінки компетенцій керівників проєктів. Ця версія фокусується на оцінках персональних компетенцій, технічних компетенцій і контекстуальних компетенцій. Стандарт є інструментом для сертифікації керівників проєктів, а також може використовуватися як рамка для розвитку професійних навичок.	IPMA ІСВ 4.0 базується на персональних компетенціях, що дозволяє керівникам проєктів у медичній сфері ефективно організовувати фокус роботи команди, зменшувати конфлікти та мотивувати персонал.	Використання IPMA ІСВ 4.0 в проєктах РМЗГО потребує додаткової підготовки і розвитку м'яких навичок серед керівників проєктів. Сертифікація за IPMA є дорогою і вимагає багато часу для підготовки, що є проблематичним для медичних закладів.
PRINCE2 Agile [134, 151, 214]	PRINCE2 Agile є гібридною версією класичної методології PRINCE2, яка поєднує стандартизований підхід до управління проєктами з гнучкими методами Agile. Допомогає проєктним командам зберігати контроль та структуру PRINCE2, одночасно отримуючи переваги Agile, такі як гнучкість, швидкість реагування на зміни та підвищена взаємодії із стейкхолдерами.	PRINCE2 Agile дозволяє ефективно реагувати на зміни, інтегруючи короткі ітерації та часті перегляди стану проєкту. Медичні проєкти часто мають жорсткі регулятивні вимоги і бюджетні обмеження. PRINCE2 Agile допомагає підтримувати необхідний контроль і структуру, одночасно забезпечуючи гнучкість у процесах і впровадженні.	Існує обмеження використання медичних проєктах де недостатньо розвинуті знання та практика Agile. Потребує додаткових знань і часу для навчання. Agile краще працює для невеликих або середніх проєктів, а великі проєкти вимагають перегляду структури для застосування принципів Agile.
P2M [126, 211]	P2M охоплює не лише традиційні аспекти управління проєктами, але й стратегічне управління, інновації та корпоративний розвиток. P2M особливо підходить для проєктів, які мають значний вплив на організацію або суспільство, такі як інфраструктурні чи технологічні інновації.	P2M використовують для проєктів із інноваціями (впровадження нових медичних технологій або сервісів), що забезпечує гнучкий підхід для пошуку інноваційних рішень. В умовах швидкого розвитку медичних технологій та постійних змін у законодавстві управління знаннями є важливим для підтримки ефективності проєктів.	P2M є складною методологією, що вимагає високого рівня стратегічного мислення та інтеграції багатьох складових управління (інновації, знання, ризику). Для ефективного використання P2M потрібно мати команди з високим рівнем компетентності та досвідом в управлінні складними проєктами.

керівників проєктів. Стандарт IPMA ICB 4.0 надає велике значення персональним компетенціям, які є складними для керівників, які більше зосереджені на технічних аспектах проєктів.

PRINCE2 є потужною методологією для управління проєктами, яка забезпечує чітку структуру і контроль на всіх етапах проєкту [134]. Для проєктів розвитку медичних закладів вона забезпечує ефективність, особливо у великих проєктах, де важливо чітко управляти термінами, бюджетом та ризиками. Однак для її впровадження є потреба у додатковій підготовці персоналу та адаптації методології до специфіки медичних проєктів. Впровадження PRINCE2 вимагає навчання та сертифікації персоналу, що є дорогим для госпітальних округів і займає багато часу. Невеликі медичні заклади не мають ресурсів для такої підготовки персоналу.

PRINCE2 і PRINCE2 Agile є стандартними методами для ефективного управління проєктами, наголошуючи на принципах структурованого управління проєктами та адаптованості до гнучких проєктних середовищ [134, 151, 214]. PRINCE2 Agile є відмінною методологією для медичних проєктів, які вимагають як структурованого підходу, так і гнучкості. Щодо проєктів розвитку медичних закладів є корисним інструментом для адаптації до змін проєктного середовища і забезпечення своєчасного формування продукту. Однак його впровадження вимагає спеціальної підготовки та адаптації до специфіки медичних установ. Також існує обмеження використання у медичних проєктах, проєктні менеджери яких мають недостатньо розвинуті знання та практика Agile.

Японський стандарт P2M (Управління проєктами та програмами) – це стандарт, розроблений для вирішення складних завдань управління проєктами та програмами. Він акцентує увагу на управлінні, орієнтованому на місію та цінності, і об'єднує різні моделі та методології для підвищення успіху проєктів у різних галузях [126, 211]. Японський стандарт P2M є потужною методологією для управління проєктами та програмами, яка поєднує стратегічний підхід до інновацій, оцінення цінності, ризиків та управління знаннями. Для медичних закладів, які прагнуть до масштабного розвитку та впровадження інновацій, P2M є

ефективним інструментом. Однак його впровадження вимагає високої кваліфікації та трудомісткості підготовки персоналу із знаннями стратегічного бачення.

Міжнародні стандарти для управління проєктами та портфелями, такі як PMBOK, ISO, IPMA, P2M та PRINCE2, забезпечують основу для ефективного управління проєктами та портфелями. Ці стандарти мають декілька удосконалених версій, щоб задовольнити мінливі потреби під час управління проєктами, наголошуючи на мінливому середовищі, управлінні ризиками та цінностях. Ефективне впровадження цих стандартів вимагає їх адаптації до конкретних організаційних умов і постійного вдосконалення для узгодження з найкращими світовими практиками.

Існуючі стандарти та методології управління проєктами, такі як PMBOK, ISO, IPMA, P2M та PRINCE2, не повною мірою відповідають вимогам та специфіці проєктів РМЗГО. Зазначені проєкти потребують специфічної методології, яка була б адаптована до мінливого проєктного середовища, особливостей медичної галузі та ресурсних обмежень. Існує потреба у використанні підходу адаптивно-ціннісного управління проєктами РМЗГО. Він забезпечує гнучкість у прийнятті рішень та реагуванні на зміни, орієнтацію на максимізацію цінності для стейкхолдерів, а також балансування процесів до змін проєктного середовища та стратегічної оцінки пріоритетів. Таким чином, існує потреба у розробленні та впровадженні методології адаптивно-ціннісного управління, що забезпечить ефективне управління проєктами розвитку медичних закладів завдяки врахуванню їх специфіки та особливостей сучасної системи охорони здоров'я.

1.3. Аналіз відомих методологій управління проєктами і портфелями та можливості їх використання для управління проєктами розвитку медичних закладів у госпітальних округах

Методології управління проєктами та портфелями (PPM) потрібні організаціям для визначення пріоритетів, вибору та ефективного управління

проєктами, забезпечуючи узгодження зі стратегічними цілями та оптимальним використанням ресурсів. Нами виконано аналіз множини наукових статей, у яких описано різні методології PPM [92, 133, 143, 150, 153, 154, 168, 183, 185, 232]. Це дало можливість виявити основні ідеї, а також переваги, недоліки щодо можливості використання для управління проєктами РМЗГО (табл. 1.2).

У роботі [150] запропонована інтегрована методологія відбору проєктів, яка передбачає поєднання розробки функцій якості (QFD), нечіткої логіки та аналізу використання даних (DEA) для вирішення задач обґрунтування пріоритетності, невизначеності та взаємозалежності під час вибору проєктів. Зокрема автори цієї методології пропонують врахувати три важливі елементи: 1) пріоритетність критеріїв відбору проєктів; 2) невизначеність у прийнятті рішень; 3) взаємозалежності проєктів. Запропонована методологія поєднує розробку функції якості (QFD), нечітку логіку та аналіз DEA для врахування пріоритетності, невизначеності та взаємозалежності.

Загалом методологія Джафарзадеха та Акбарі [150] є корисною для стратегічного планування розвитку медичних закладів у госпітальних округах, особливо в умовах обмеженого фінансування та необхідності врахування взаємозалежності проєктів. Однак її складність і вимоги до даних є перешкодою для практичного впровадження. Методологія є недостатньо ефективною в проєктному середовищі, де відбуваються швидкі зміни (наприклад, через війну або пандемії), оскільки вона потребує часу для адаптації до нових умов.

Автори роботи [168] пропонують методологію надійного моделювання ризиків портфелів проєктів (RPM), яка розширює методи програмування переваг на проблеми формування портфелів, де підмножина проєктних пропозицій

Таблиця 1.2 – Аналіз відомих методологій управління проектами та їх портфелями і їх можливості щодо використання для управління проектами РМЗГО

Назва	Основні ідеї	Можливості використання для управління проектами РМЗГО	
		Переваги	Недоліки
1	2	3	4
Інтегровані методології відбору проектів	Поєднання розробки функцій якості (QFD), нечіткої логіки та аналізу використання даних (DEA) для вирішення задач обґрунтування пріоритетності, невизначеності та взаємозалежності під час вибору проектів [150]	Поєднання методів QFD та DEA сприятливому оптимальному розподілу обмежених ресурсів, що особливо актуально для розвитку медичних закладів із фіксованими бюджетами.	Якість результатів залежить від наявності достовірних даних про проекти та критерії. В умовах недостатньої інформації результати можуть бути неточними.
	Програмування для моделювання портфелів (RPM) розширює можливості прогнозування переваг для обробки неповної інформації та оцінки багатьох критеріїв, забезпечуючи надійний вибір проектів [168]	Методологія RPM дозволяє зменшити невизначеність та неповноту інформації, забезпечуючи надійні рішення для відбору проектів. Це корисно для розвитку медичних закладів, де ресурси часто обмежені, а дані є неповними.	Результати значною мірою залежать від якості вхідних даних. У разі нестачі точних даних про стан медичних закладів або потреб населення результати є неточними.
Стратегічні та контекстуальні методології	Ефективне управління РРМ вимагає стратегічного погляду, який враховує як внутрішнє управління, так і зовнішні складові, інтегруючи окремі теорії [183]	Методологія передбачає вивчення зовнішніх чинників проектного середовища, що особливо важливо для медичних проектів.	Потреба постійного моніторингу проектного середовища потребує значних ресурсів, які не завжди доступні в госпітальних округах.
	Структурне узгодження складових організацій має вирішальне значення для успішного РРМ, окрім методів відбору проектів [153]	Методологія наголошує на важливості структурної відповідності між проектами та загальною стратегією організації. Кожен медичний проект повинен узгоджуватися із загальною стратегією розвитку охорони здоров'я в регіоні.	Створення структурної відповідності між проектами і організацією є складним завданням, особливо для великих медичних систем, де є багато різних напрямків діяльності, які потрібно інтегрувати.

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4
Методології орієнтовані на управління ризиками у PPM	Управління ризиками портфеля проєктів (PPRM) є дуже важливим для успіху портфеля, зосереджуючись на ідентифікації ризиків, оцінці та впливі управління ризиками на результати проєкту [185]	Методологія акцентує увагу на структурованому підході до PPRM, що є важливим для медичних закладів.	Впровадження методології потребує високої кваліфікації та наявності ефективних управлінських систем, що є недоступним для госпітальних округів.
Методології із гнучкими та динамічними підходами	Використання практик гнучкого управління портфелем, наголошуючи на процеси забезпечення гнучкості та здатності реагувати на зміни [232]	Методологія Agile забезпечує високу гнучкість в управлінських процесах що важливо у мінливому проєктному середовищі медичних закладів	Впровадження Agile для управління великою лікарнею з багатьма підрозділами вимагає складних організаційних змін.
	Моделі системної динаміки покращують розуміння динаміки PPM, шляхом врахування зворотного зв'язку та динамічних взаємодій [143]	Методологія системної динаміки дозволяє моделювати еволюцію портфеля проєктів у медичних закладах у часі.	Вимагає високої кваліфікації управлінців у сфері моделювання та аналізу даних. Займає багато часу для створення моделі.
Методології балансування та створення ефективних портфелів	Використання DEA забезпечує оцінювання збалансованих портфелів проєктів, враховуючи взаємодію та розподіл ресурсів [133]	Враховує взаємодію між проєктами, що важливо для медичних закладів. DEA дозволяє об'єктивно оцінити результативність проєктів.	Використання DEA вимагає значних змін у підходах до управління проєктами в медичних закладах, що зумовлює несприйняття персоналу.
	Інтегровані структури для вибору та коригування портфелів проєктів, використовуючи ітераційні цикли зворотного зв'язку та DEA [103]	Методологія підтримує узгодження проєктів із стратегічними цілями розвитку медичних закладів.	Вимагає складних розрахунків та використання сучасних аналітичних інструментів, що є викликом для медичних установ.
Методології на основі теорій стратегічного управління	Застосування теорій стратегічного управління сприяє дослідженням і практиці формування PPM, підкреслюючи важливість знань [154]	Використання стратегічних теорій управління забезпечує отримання обґрунтованих рішень щодо вибору та пріоритетів проєктів у портфелі.	Використання стратегічних управлінських теорій є складним завданням для медичних установ.

У науковій праці [173] організації створюють та управляють портфелями проектів для реалізації та оновлення своїх стратегій. Автори цієї роботи використовують теорію непередбачуваних обставин задля визначення стратегії. Ними доводиться, що стратегічний погляд на управління портфелями проектів, вимагає прийняття більш сильної зовнішньої орієнтації, як всередині організації, так і за її межами (рис. 1.5).

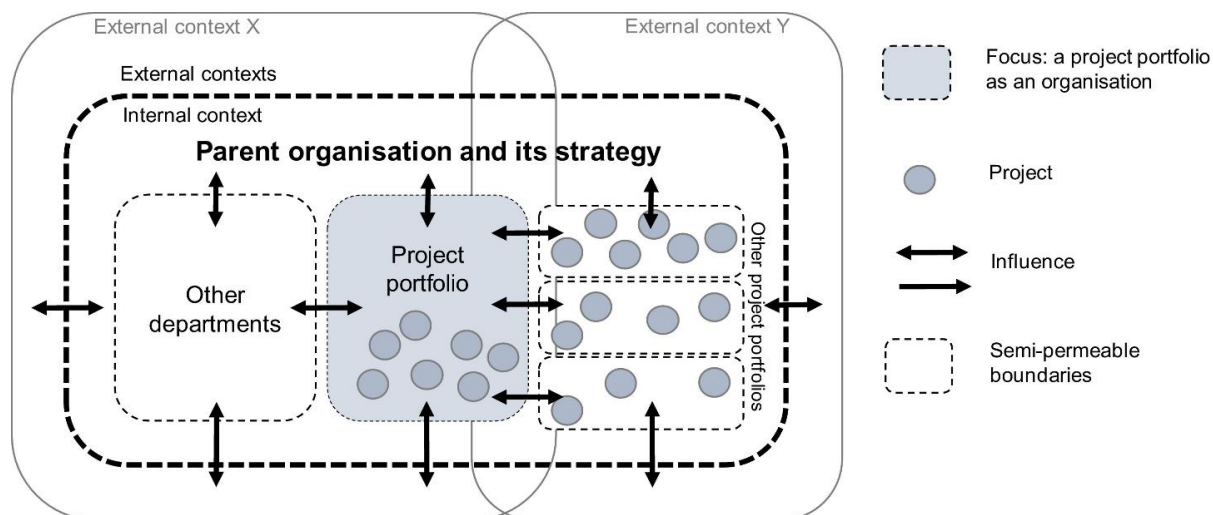


Рисунок 1.5 – Процес підтримки прийняття рішень на основі використання методології RPM [183]

Пропонується досліджувати взаємозв'язки між портфелями проектів та їх контекстом на основі чотирьох теоретичних альтернатив: 1) інституційної теорії; 2) теорії зацікавлених сторін; 3) теорії залежності від ресурсів та теорії створення сенсу. Результати дослідження дають пояснення механізмам, що пов'язують портфелі проектів з їх контекстом. Пропонується виконувати переосмислення успіху портфеля проектів та новий підхід до їх досліджень.

Загалом методологія Martinsuo та Geraldi [183] надає корисні інструменти для гнучкого та стратегічного управління проектними портфелями в госпітальних округах, проте її впровадження вимагає значних ресурсів для моніторингу та адаптації до мінливого проектного середовища. Методологія вимагає глибокого аналізу регіональних умов, що може бути складним у випадку великих регіонів з

різною соціально-економічною ситуацією. Кожен район має свої особливості, і їх інтеграція в єдиний портфель є складним завданням.

Авторами роботи [185] пропонується методологія побудови та аналізу ефективних, результативних та збалансованих портфелів науково-дослідних проєктів із взаємодією. Методологія базується на моделі розширеного аналізу DEA, яка дає кількісну оцінку деяким якісним концепціям, закладеним у підході збалансованої системи показників (BSC). Методологія включає схему розподілу ресурсів, оцінку окремих проєктів, відбір проєктів на основі їхньої відносної вартості та вимог до портфеля та оцінки портфелів.

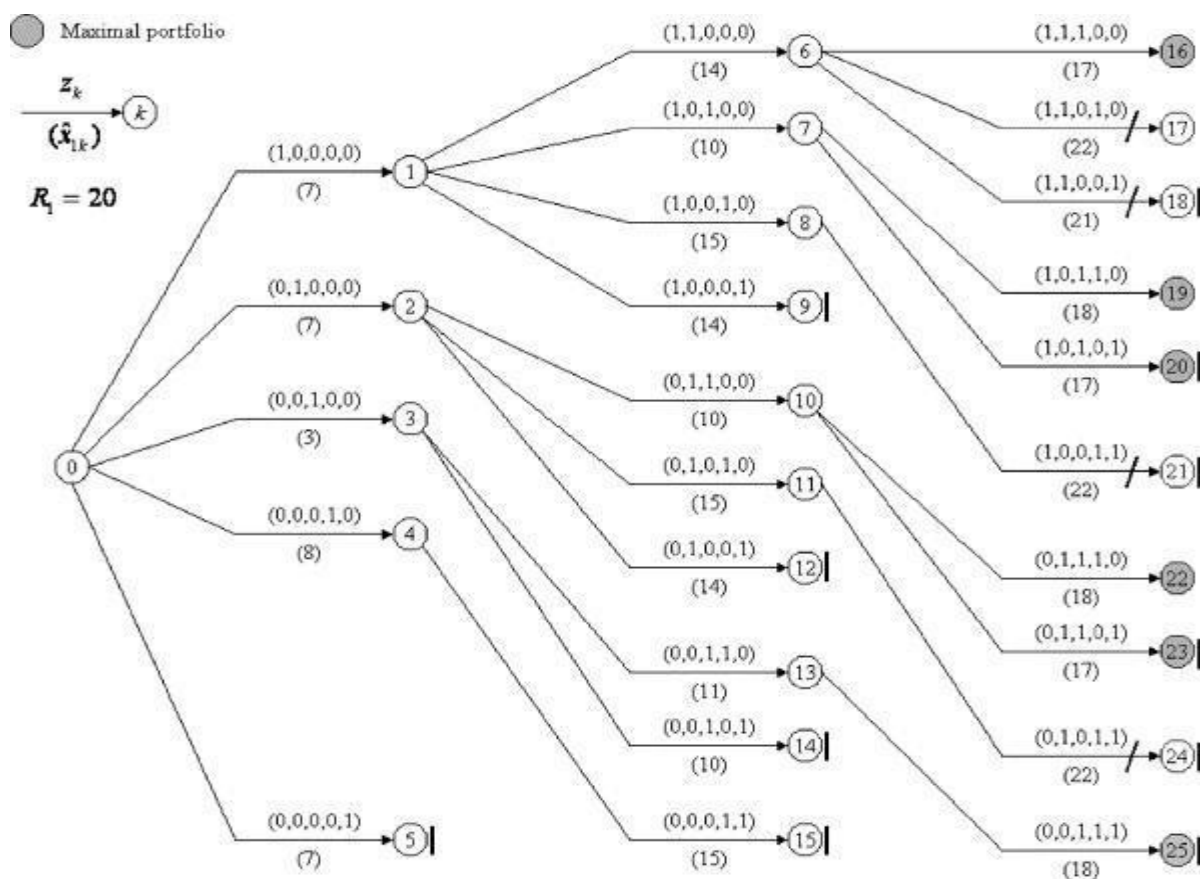


Рисунок 1.6 – Приклад розгалуженої процедури, яка генерує всі можливі альтернативи портфеля проєктів ($n=5$, $m=1$, $R_1=20$) [185]

Модель DEA-BSC використовується у двох версіях: 1) спочатку для оцінки окремих науково-дослідних проєктів; 2) для оцінки альтернативних науково-дослідних портфелів. Для генерації альтернативних портфелів пропонується використати алгоритм розгалуження та обмеження із функцію накопичення (рис.

1.6), яка враховує можливу взаємодію між проектами. Запропоновану методологію апробовано на прикладі установи, відповідальної за відбір технологічних проектів.

Загалом методологія Eilat, Golany та Shtub [133] є ефективним інструментом для управління портфелем проектів у медичних закладах, що дозволяє оптимізувати ресурси та допомогти взаємодії між проектами. Проте складність у впровадженні та вимоги до даних є проблемами для її застосування в деяких госпітальних округах. Створення збалансованого портфеля вимагає значного часу на оцінку, аналіз і коригування. У разі термінових проектів або кризових ситуацій (наприклад, під час пандемії) це є проблематичним.

У роботі [185] управління ризиками проектного портфеля (PPM) було визначено як важливу сферу для забезпечення успіху його реалізації. Управління ризиками портфеля проектів (PPRM) має свої теоретичні та практичні основи в сучасній теорії портфелів, теорії прийняття рішень та управлінні ризиками (RM). Контент-аналіз виявив чотири основні теми, що повторюються в PPRM (рис. 1.7):

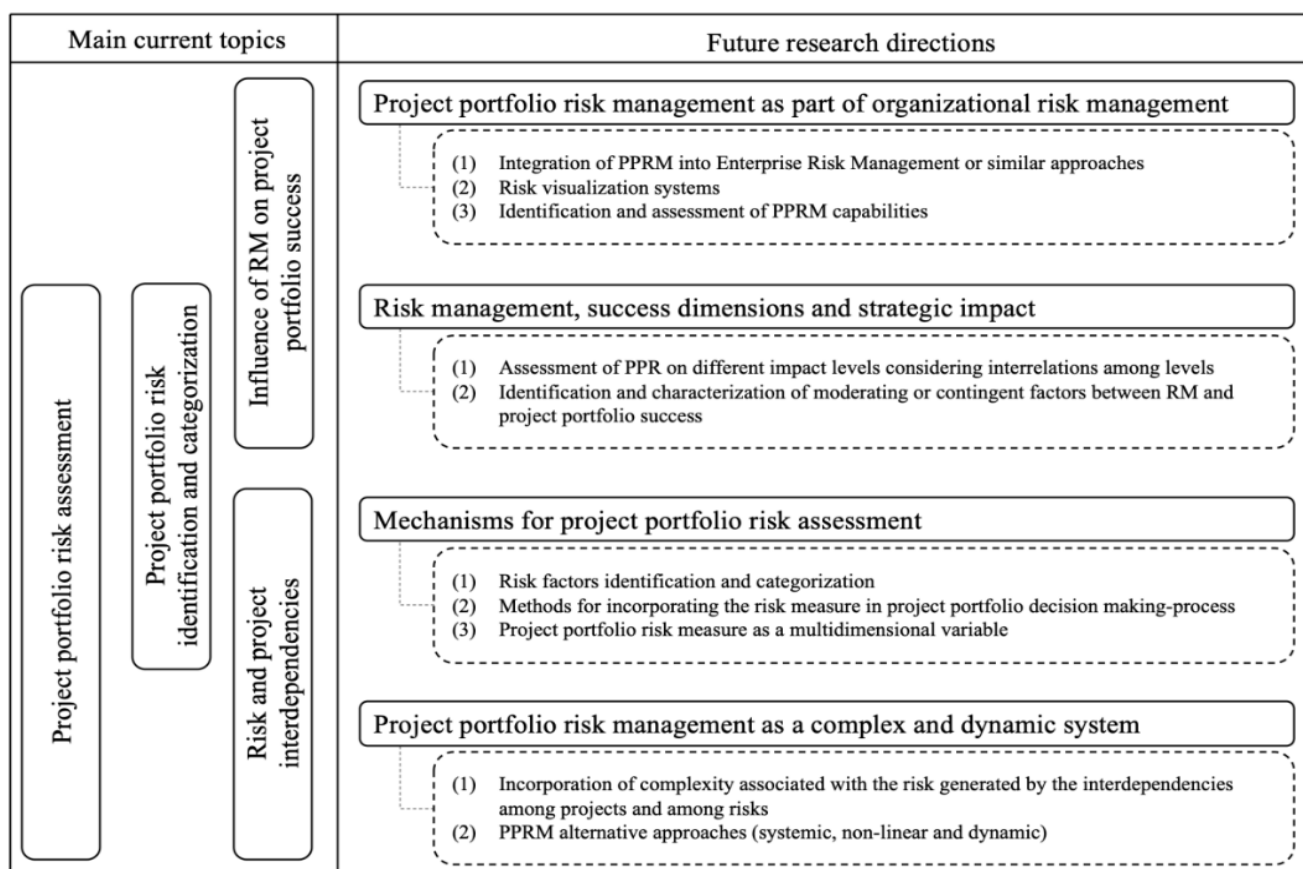


Рисунок 1.7 – Основні актуальні теми та визначені майбутні напрямки PPRM [185]

1) вплив RM на успіх портфеля проєктів, заснований на рівні впливу портфеля проєктів, модераторах або факторах непередбачуваності між RM і успіхом портфеля проєктів, а також вимірах PPRM;

2) взаємозалежності між ризиком і проєктом, висвітлюючи взаємозалежності між ресурсами, технологіями, результатами, вартістю і виконанням проєкту;

3) ідентифікація ризиків портфеля проєктів (PPR), де визначено чотири основні категорії джерел ризиків;

4) оцінка PPR, що складається з показників ризику і основних методів, що застосовуються для оцінки ризиків.

Таким чином, результати досліджень викладені у роботі [185] вказують на те, що методології орієнтовані на управління ризиками у PPM сприяють розвитку чотирьох майбутніх напрямків досліджень: 1) PPRM як частина організаційного управління ризиками; 2) управління ризиками, виміри успіху та стратегічний вплив; 3) механізми оцінки PPR; 4) PPRM як складна і динамічна система.

Загалом методологія Micán, Fernandes та Araújo [185] забезпечує сучасний та структурований підхід до управління ризиками портфелів проєктів. Вона є важливою для РМЗГО, однак впровадження вимагає значних ресурсів та фахової управлінської підготовки, що може стати проблемою для деяких організацій. Впровадження цієї методології вимагає значних інвестицій часу та ресурсів на розробку системи управління ризиками, що є перешкодою для швидкої реалізації проєктів у сфері охорони здоров'я.

Авторами наукової праці [153] вказується, що управління PPM стосується приведення портфеля проєктів у відповідність до стратегічних цілей. Попередні дослідження переважно розглядали PPM як методологію оптимізації загальної вигоди від портфеля проєктів. Успіх PPM залежить від ефективної реалізації стратегії, тобто залежить від того, наскільки організаційна структура організації відповідає потребам PPM. На основі трьох кейсів з німецької будівельної галузі досліджено вплив фундаментальних стратегічних змін на відбір проєктів та організаційну структуру. На основі аналізу кейсів у цій роботі розроблено теорію,

яка пояснює, як критерії, що використовуються компанією для вибору та оцінки проєктів, впливають на структуру компанії через інформаційні вимоги, створені цими критеріями (рис. 1.8).

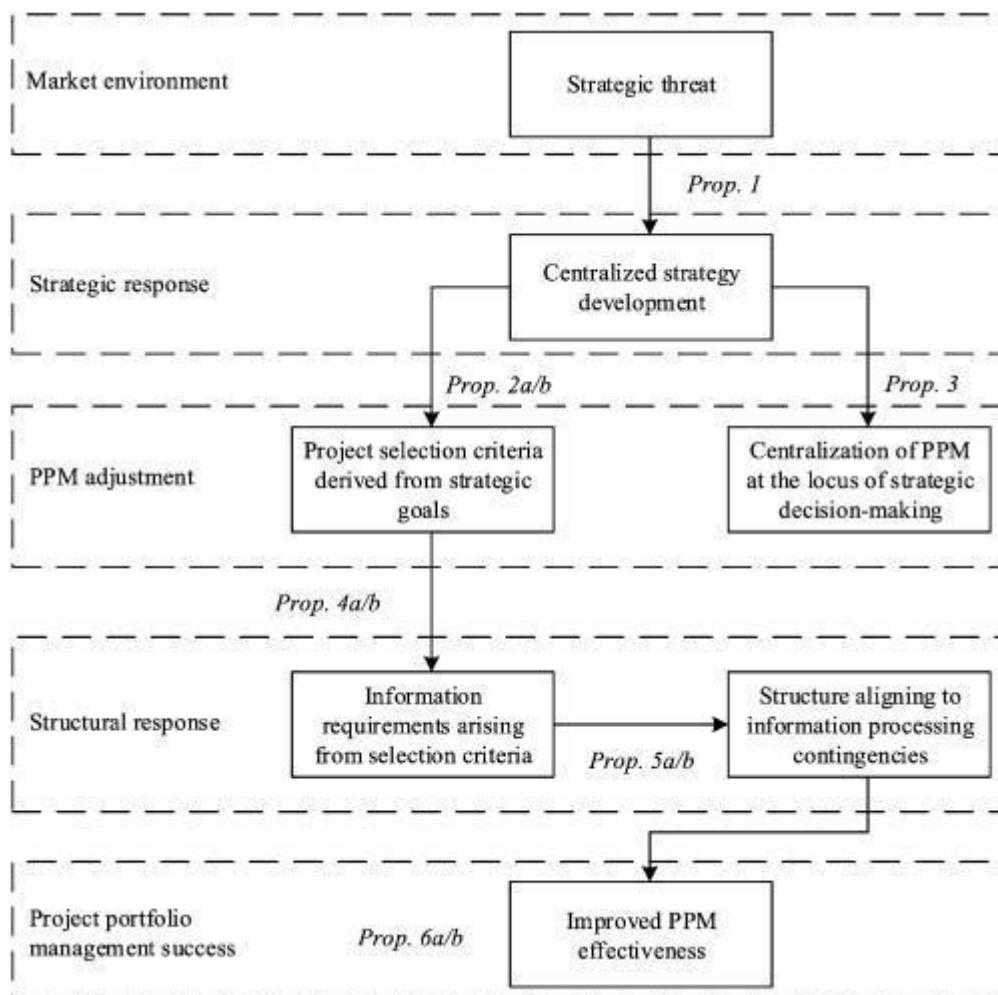


Рисунок 1.8 – Модель обробки інформації під час PPM [153]

Внесок авторів праці [153] у науку із управління проєктами стосується запропонованої змістовної теорії, яка інтегрує процеси реалізації стратегії, обробки організаційної інформації та структурної адаптації. Окрім того, запропоновано нову передумову успішного PPM, а саме структурне вирівнювання, таким чином вводячи новий погляд на PPM, що виходить за рамки простої методології відбору проєктів.

Загалом, методологія Kaiser, Arbi та Ahlemann [153] пропонує цінний підхід до управління портфелем проєктів у медичних закладах, забезпечуючи стратегічну відповідність проєктів загальної організаційної структури. Однак її впровадження

вимагає значних ресурсів та вимагає високого рівня зрілості управління проектами та організаційною структурою, що є складним для впровадження в медичних закладах, де управлінський досвід обмежений, що є викликом для госпітальних округів.

У роботі [185] зазначається, що PPM є загальноновживаною технікою для узгодження проектів зі стратегією та забезпечення проектів необхідними ресурсами. Для кращого розуміння динаміки PPM було розроблено модель системної динаміки (SD). Щоб впоратися зі складністю бізнес-процесів у компанії-виробнику електроенергії та сформулювати оптимальну політику, спочатку були виведені причинно-наслідкові зв'язки та петлі, а потім розроблені діаграми станів-потоків для моделювання проблеми в системі, як це прийнято в методології SD. Запропонована методологія була використана для коригування уявлення менеджерів про динаміку їхнього бізнесу та формулювання нових стратегій портфеля проектів для покращення життєздатності компанії. Підхід систем оригінальності/цінності, особливо методологія SD, нечасто використовується для аналізу проблем PPM в енергетичному секторі. Авторами доведено значення зворотного зв'язку та динаміки в PPM і вони робили спробу визначити оптимальну цінність портфелів проектів.

Автори роботи [232] пропонують використовувати гнучкі методології до управління проектами. Вони формулюють наукове завдання, як уможливити гнучкість за межами окремих проектів і допомогти великим організаціям конкурувати з малими підприємницькими компаніями. Вказують на управління портфелем проектів, яке забезпечує глобальний погляд на ресурси та їх розподіл між окремими проектами відповідно до стратегічного вибору. На основі 30 інтерв'ю, проведених у 14 великих європейських організаціях, автори роблять свій внесок у розуміння методів гнучкого управління проектами, що застосовуються в портфелях ІТ-проектів. Спираючись на літературні джерела обґрунтовано характеристики та наслідки застосування гнучкого управління портфелями проектів у окремих організаціях.

Agile-методологія, описана Stettina та Hörz у роботі [232], є ефективною для управління проектами РМЗГО, особливо в умовах мінливого проектного

середовища. Однак, її впровадження вимагає значних організаційних змін, що потребують додаткових ресурсів та часу. Медичні установи часто використовують традиційні форми управління проєктами, засновані на жорстких планах і термінах. Agile може конфліктувати з цими підходами, особливо у випадку, коли слід дотримуватися чітко встановлених нормативів чи правил.

У роботі [103] вказується на те, що у структурах портфелів проєктів етапи відбору та коригування представляють послідовно, не враховуючи, що ці етапи можна виконувати ітераційно, забезпечуючи зворотній зв'язок. Автори заповнили цю прогалину, дослідивши взаємодію між фазами відбору та коригування, а також вплив на ефективність портфеля проєктів. Крім того, досліджено вплив контрольних змінних – часу, зусиль та вимог на етапі розробки проєкту. У результаті представлено інтегровану систему відбору та коригування портфелів із застосуванням аналізу DEA. Домінуючі портфелі визначаються на основі відбору за середнім індексом Джині для побудови ефективної границі, що порівнює дохідність і ризик кожного з них. Запропонована методологія дозволяє здійснювати коригування, оцінюючи вплив контрольних змінних за допомогою двоетапного DEA. Результати показують, що запропонована методологія збільшує кількість придатних портфелів та демонструє, як контрольні змінні проєкту впливають на ефективність.

Методологія Barucke Marcondes та співавторів [103] пропонує потужний інструмент для управління портфелем проєктів у госпітальних округах, забезпечуючи гнучкість і адаптивність у процесі реалізації проєктів. Вона дозволяє враховувати взаємозалежності проєктів і забезпечує підтримку стратегічних цілей розвитку медичних установ. Однак для її впровадження потрібні значні ресурси та досвід, що може обмежувати її використання у медичних установах або в умовах обмеженого бюджету.

Наукова праця [154] зосереджена на застосуванні теорій стратегічного управління до досліджень в галузі PPM, зокрема ресурсного підходу, динамічних можливостей та абсорбційної спроможності. Приведені авторами дослідження демонструють успішне застосування теорій стратегічного менеджменту в широкому

спектрі контекстів з використанням різноманітних методологій на різних рівнях аналізу. Отримані результати вказують на широкий потенціал для подальших досліджень, що випливає з відносно недавнього застосування теорій стратегічного менеджменту до досліджень з управління проектами і портфелями проектів.

Методологія Killen та співавторів [154] є корисною для стратегічного управління портфелем проектів у медичних закладах госпітальних округів. Вона забезпечує інтеграцію проектів із загальною стратегією медичних установ та допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо вибору та визначення пріоритетних проектів. Однак, для успішного її впровадження потрібні значні ресурси, управлінська компетенція та постійний моніторинг зовнішнього проектного середовища.

На підставі проведеного аналізу існуючих методологій управління проектами та їх портфелями організацій [92, 133, 143, 150, 153, 154, 168, 183, 185, 232], які стосуються розвитку організацій було виявлено ряд їх суттєвих недоліків. Вони свідчать про доцільність розробки нової методології адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальному окрузі. Розробка цієї методології забезпечить підвищення ефективності управління проектами РМЗГО. Вона лежить в основі ефективного реагування на мінливе проектне середовище, забезпечувати створення цінності та покращувати якість медичних послуг для населення.

1.4. Аналіз наукових праць із управління проектами розвитку медичних закладів

Суттєвий вклад у розвиток теорії управління проектами та їх портфелями внесли як вітчизняні, так і зарубіжні науковці. Заслужують на увагу наукові праці Бушуєва С. Д., Бушуєвої Н. С., Білощицького А. О., Буркова В. М., Вайсмана В. О., Воркут Т. А., Воропаєва В. І., Гогунського В. Д., Данченко О. Б., Дружиніна Є. А., Зачка О. Б., Кендалла К., Колеснікової К. В., Кононенка І. В., Медведевої О. М.,

Новожилової М. В., Пітерської В. М., Разу М. Л., Рака Ю. П., Ратушного Р. Т., Рача В. А., Руденка С. В., Сидорчука О. В., Сухонос М. К., Танаки Х., Родні Дж. Тернера, Тригуби А. М., Цюцюри С. В., Чернова С. К., Чумаченка І. В., Шахова А. В. та інших вчених. Наукові роботи цих дослідників відіграють важливу роль у розвитку теорії PPM в різних сферах застосування. Не всі наукові праці вище згаданих дослідників можна безпосередньо використати для управління проектами розвитку медичних закладів. Деякі теоретичні підходи та моделі краще підходять для інших галузей, і тому потребують адаптації до специфічних умов та викликів, пов'язаних із проектами розвитку медичних закладів. Для ефективного управління такими проектами важливо враховувати специфіку медичних закладів, їхню структуру, фінансування та взаємодію з громадою. Результати виконаного аналізу наукових праць вітчизняних вчених у напрямку розроблення інструментарію для управління медичними проектами подано у табл. 1.3.

На підставі аналізу відомих моделей та методів управління проектами розвитку медичних закладів нами ідентифіковано як їх переваги, так і недоліки. Нижче розглянуто основні наукові праці, автори яких пропонують перспективні підходи до управління проектами в медичній сфері. Вони стосуються різних управлінських задач, які представлені на рис. 1.9.



Рисунок 1.9 – Управлінські задачі, яким присвячено відомі моделі та методи управління проектами розвитку медичних закладів

Таблиця 1.3 – Аналіз відомих наукових праць вітчизняних вчених у напрямку розроблення інструментарію для управління медичними проєктами

№	Назва статті	Автори	Процеси управління	Запропоновані підходи, моделі та методи	Врахування складових адаптивно-ціннісного підходу	
					Переваги	Недоліки
1	Модель життєвого циклу лікувального проєкту	Рач В. А., Султан Масауд [64]	Управління життєвим циклом лікувального проєкту	Розроблена графічна модель життєвого циклу лікувального проєкту	Обґрунтовані особливості життєвого циклу лікувальних проєктів	Не враховується цінність для стейкхолдерів
2	Моделі стратегічного менеджменту медичних проєктів проєктно-орієнтованого медичного закладу	Данченко О.Б., Ленський В.В. [15]	Стратегічне управління медичними проєктами	Інструменти стратегічного менеджменту для ефективного стратегічного управління	Забезпечення стійкого розвитку та конкурентних переваг	Не розглядається адаптивно-ціннісний підхід
3	Аспекти впровадження проєктно-орієнтованого управління в діяльність закладів охорони здоров'я	Деренська Я.М. [17]	Впровадження проєктного менеджменту в медичних закладах	Модель проєктно-орієнтованого закладу охорони здоров'я	Підвищення ефективності управління проєктами	Адаптивно-ціннісний підхід не акцентується
4	Управління якістю медичних послуг закладів охорони здоров'я	Гуржий П. [12]	Управління якістю	Концептуальні засади системи управління якістю медичних послуг	Забезпечення якості медичних послуг	Не враховується мінливе проєктне середовище
5	Принципи стратегічного управління проєктами, програмами та портфелями медичного закладу	Данченко О.Б., Лепський В.В. [16]	Стратегічне управління проєктами, програмами та портфелями в медичних установах	Запропоновано концепцію інтегрованого управління медичними закладами	Враховується баланс між інтересами різних інтересів сторін.	Не враховується мінливе проєктне середовище
	Особливості проєктного менеджменту в закладах охорони здоров'я	Зінченко О.А., Пономаренко Л.Р. [28]	Управління об'єктами конфігурації в медичних установах	Обґрунтовано підхід до медичної послуги як до проєкту	Використано проєктний підхід, орієнтований на бізнес-процеси та потреби клієнта	Адаптивно-ціннісний підхід не акцентується

Управління проектами у сфері охорони здоров'я є складним процесом, що вимагає врахування великої кількості чинників, таких як обмеженість ресурсів, пріоритетність проектів, ризику та невизначеність, пов'язана з їх реалізацією [39, 79, 110, 122]. Протягом останніх років вчені та практики приділяють значну увагу розробці методів оптимізації управління проектами, спрямованими на розвиток медичної інфраструктури, зокрема в контексті госпітальних округів [175, 222, 231].

Аналіз літературних джерел свідчить про широке використання різних методів і підходів для оптимізації портфелів проектів, серед яких виділяються методи лінійного програмування, математичного моделювання та евристичні алгоритми [14, 29, 40]. Одним з найефективніших підходів до розв'язання складних багатокритеріальних задач є генетичні алгоритми, які зарекомендували себе як потужний інструмент для оптимізації в умовах невизначеності та великої кількості параметрів.

Генетичні алгоритми, будучи одним з методів еволюційного моделювання, активно використовуються для розв'язання задач, де традиційні методи можуть виявитися менш ефективними. Їх застосування дозволяє здійснювати оптимізацію у випадках, коли потрібно знайти компроміс між декількома критеріями, що є особливо важливим в умовах обмеженого бюджету та необхідності врахування соціальних аспектів розвитку медичних закладів.

Однак, незважаючи на широкий спектр досліджень у цій галузі проектного менеджменту [92, 135, 179], залишається актуальною проблема створення ефективної моделі оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів. Вона повинна враховувати базові чинники та обмеження, властиві для цього процесу. Наявні методи зосереджуються на окремих аспектах проблеми, не забезпечуючи комплексного підходу до оптимізації всього портфеля проектів [180].

Розробка та впровадження моделі синергетичного управління портфелем медичних проектів на основі телеграфного рівняння є актуальною та науково-прикладною задачею. Розробка моделі на основі телеграфного рівняння дає можливість підвищити ефективність синергетичного управління портфелем

медичних проєктів. В сучасних умовах розвитку системи охорони здоров'я, управління портфелями медичних проєктів є важливим для підвищення якості надання медичних послуг на території створених госпітальних округів.

У своїй науковій праці Stovban M.P. [233] обґрунтував особливості впровадження госпітального округу та змін у фінансах медичного закладу. При цьому варто забезпечити оптимізацію використання наявних ресурсів та ефективний розвиток медичних закладів, які входять до госпітальних округів. У роботі Varajão J. та ін. [261] означено зростання кількості проєктів та складності проєктного середовища, а також виконання вимог щодо обмежених ресурсів, зумовлюють потребу у розробці нових підходів до управління портфелями проєктів. Такі підходи мають враховувати системну взаємодію та синергію між реалізованими проєктами, а також здатність госпітальних округів адаптуватися до змін у сучасному динамічному проєктному середовищі. Одним із таких підходів є синергетичне управління проєктами на основі застосування методів математичного моделювання. Синергетичне управління проєктами полягає у системному розгляді впливу кожного окремого проєкту на загальну ефективність портфеля проєктів. При цьому враховується взаємозалежність між окремими проєктами та їх ресурсні обмеження.

Науковці Оґіако U. та ін. [209] зазначають, що у 2015-2021 роках зростає інтерес науковців до застосування системних підходів та математичних моделей для управління проєктами. Особливо це стосується сфери охорони здоров'я, яка зумовлює складність медичних проєктів, потребу оптимізації обмежених ресурсів та підвищення ефективності медичних послуг для населення. Науковці Wahl K. та Wiesche M. [265] пропонують різноманітні моделі для управління проєктами. Зокрема, це детерміновані, стохастичні та динамічні моделі управління портфелем проєктів, що спрямовані на підвищення ефективності реалізації проєктів завдяки оптимальному розподілу ресурсів та моніторингу їх виконання.

Багато дослідників звертають увагу на важливість врахування взаємодії між проєктами у портфелі, оскільки управління окремими проєктами не дозволяє досягти бажаного результату та отримати максимальної цінності. У своїх роботах

Singh S. та ін. [230] та Li H. та ін. [167] розглядають концепцію синергетичного управління, яка базується на спільному виконанні проєктів, що приводить до отримання додаткового ефекту завдяки їх взаємодії та спільному використанню ресурсів. Синергія у портфелі проєктів дозволяє підвищити результативність всього портфеля, що особливо важливо в умовах обмежених ресурсів та необхідності швидкої адаптації до змін проєктного середовища.

Інший напрямок досліджень зосереджується на математичному моделюванні динамічних процесів у проєктному управлінні. У роботах Sales L. та Barbalho S. [224] науковці пропонують динамічні моделі управління проєктами, що дозволяють прогнозувати зміни у процесі виконання проєктів і вчасно коригувати попередньо обґрунтовані плани. Однак, більшість із цих моделей не враховують просторово-часові взаємодії між проєктами та їх залежність від зовнішніх чинників проєктного середовища, що є базовими складовими в управлінні медичними проєктами.

Телеграфне рівняння, яке використовується для моделювання динамічних процесів з просторово-часовими взаємодіями, було успішно застосоване в різних галузях, таких як фізика, економіка та інформатика. У наукових працях Wang T. та Chen H.-M. [267] та Albalawi K.S. та ін. [94] телеграфне рівняння застосовується для моделювання розповсюдження сигналів та інформації у складних системах. Цей підхід дає можливість враховувати взаємозв'язок між елементами системи у різні моменти часу, що робить його ефективним для опису динамічних процесів з наявними змінами. У сфері управління проєктами, особливо медичними, цей підхід може бути корисним для моделювання впливу одного проєкту на інші через ресурси або інші змінні, що змінюються в часі та просторі.

На основі аналізу сучасної наукової літератури можна зазначити про доцільність розробки моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів з використанням телеграфного рівняння. Така модель дозволить врахувати взаємозв'язки між проєктами у портфелі розвитку госпітального округу, що дасть можливість визначити додаткову синергію та підвищити ефективність управління зазначеними портфелями. Окрім того, зазначена модель дасть

можливість підвищити адаптивність системи управління медичними проєктами госпітальних округів до змін у їх проєктному середовищі, а також швидко реагувати на ці зміни.

На основі проведеного аналізу наукових праць можна зробити висновок, що існуючі підходи, методи та моделі, хоча й дають певні результати у сфері управління проєктами розвитку медичних закладів, не повною мірою враховують змінюване проєктне середовище, ризики, а також необхідність інтеграції цінностей. Це вимагає розробки та вдосконалення нового управлінського інструментарію на основі адаптивно-ціннісного підходу та диференційно-символьного підходу, що дозволить керувати проєктами в умовах високої мінливості та забезпечити гнучкість у прийнятті рішень.

Наукові праці, присвячені управлінню проєктами у медичній сфері, вказують на те, що існуючі підходи мають ряд переваг, однак часто вони не використовують принципів гнучкості та адаптивності. Це зумовлює потребу в розробленні нових підходів, таких як адаптивно-ціннісний підхід, який зможе забезпечити інтеграцію змін проєктного середовища та потреб місцевого населення на території госпітальних округів, а також диференційно-символьного підходу, що дозволить більш точно моделювати ризики та ефективно управляти ресурсами. На підставі виконаного аналізу встановлено, що існує потреба для розробки нових та вдосконалення існуючого управлінського інструментарію, що базуватиметься на адаптивно-ціннісному та диференційно-символьному підходах до управління проєктами розвитку медичних закладів.

1.5. Сучасні наукові тенденції та обґрунтування доцільності виконання досліджень у напрямі управління проєктами розвитку медичних закладів госпітальних округів

Виконаний аналіз наукових праць за 2020-2024 роки у Scopus, в яких запропоновано моделі та методи управління проєктами розвитку медичних закладів, дав можливість побудувати хмару (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 – Хмара слів на підставі аналізу наукових праць за 2020-2024 роки у Scopus

Аналіз хмари слів (рис. 1.10), побудованої на основі ключових слів із наукових праць, що вміщують моделі та методи управління проектами розвитку медичних закладів, демонструє сучасні тенденції та виклики щодо управління проектами розвитку медичних закладів. Часті використання термінів «Project Management Models, Risk Assessment Models, Optimization Techniques» вказують на те, що традиційні методи управління проектами, оцінка ризиків та оптимізація процесів є добре вивченими. Водночас, частота згадування цих слів може свідчити про те, що ці методи не завжди ефективно працюють в умовах динамічного проектного середовища, оскільки вони засновані на застарілих або менш гнучких підходах. Наявність «Adaptive Value Models» свідчить про зростаючу потребу в адаптивних моделях, які можуть забезпечити гнучкість управління проектами. Проте традиційні підходи не враховують динамічні зміни цінності проекту та її вплив на ефективність прийняття управлінських рішень. Наявність наукових праць із «Machine Learning, Artificial Intelligence» демонструє, що новітні технології, такі як штучний інтелект і машинне навчання, стають важливим інструментом для управління проектами. Однак їх інтеграція в медичні проекти все ще знаходиться на ранніх етапах розвитку, особливо в контексті управління ризиками та мінливим проектним середовищем.

Хмара слів підкреслює обмеженість традиційних моделей управління проектами, які часто базуються на фіксованих структурах і не адаптуються швидко

до змінних умов проектного середовища госпітальних округів. Це особливо актуально для медичних закладів, де проектне середовище змінюється через фінансування, зміни в законодавстві або невизначеності.

Оскільки хмара слів містить згадку про «Adaptive Value Models», це свідчить про існуючу тенденцію до застосування адаптивних моделей. Проте ці підходи ще не мають постійної практики впровадження в медичних проєктах, що вказує на доцільність розвитку більш гнучких моделей управління проєктами розвитку медичних закладів, які враховуватимуть зміни у цінності для різних зацікавлених сторін. Також аналіз хмари слів підкреслює недостатність динамічних підходів, що враховують мінливість проектного середовища на кожному етапі реалізації. Диференційно-символьний підхід та на його основі розроблені методи будуть важливим інструментом для управління проєктами розвитку медичних закладів з високою невизначеністю та частими змінами у проектному середовищі.

Незважаючи на те, що згадується «Machine learning» та «Artificial intelligence», зазначені технології не повністю реалізовані під час управління проєктами розвитку медичними закладами. Інтеграція обчислювального інтелекту в нові адаптивні моделі дозволить забезпечити підвищення точності виконання прогнозів та можливість автоматизації процесів прийняття управлінських рішень.

Аналіз хмари слів демонструє, що існуючі підходи та моделі управління проєктами розвитку медичних закладів не повністю відповідають вимогам сучасного мінливого проектного середовища. Тому розробка адаптивно-ціннісного та диференційно-символьного підходів до управління проєктами розвитку медичних закладів госпітальних округів є достатньо актуальною та доцільною. Розроблені моделі та методи на основі цих підходів забезпечать гнучкість управління проєктами, динамічну оцінку ризиків, адаптивність до змін проектного середовища, підвищення ефективності прийняття рішень на основі реальних даних. Таким чином, існує значна потреба у вдосконаленні існуючого інструментарію управління проєктами та впровадженні нових підходів для забезпечення успішної реалізації проєктів розвитку медичних закладів в умовах високої мінливості.

Враховуючи актуальність тематики та наявний рівень наукового дослідження, метою цього дослідження було обрано розробку методології адаптивно-ціннісного управління, моделей, методів і засобів управління проектами РМЗГО. Це дослідження спрямоване на підвищення ефективності управління проектами шляхом адаптації до мінливих умов проектного середовища та забезпечення цінності для стейкхолдерів. Особливий акцент робиться на інтеграцію соціальної цінності проектів розвитку медичних закладів, що дозволяє враховувати не лише економічні показники, але й вплив на здоров'я населення та доступність медичних послуг у регіоні.

Концептуальна схема дисертації побудована з використанням логіко-структурного підходу і вона представлена на рис. 1.11.



Рисунок 1.11 – Концептуальна схема дисертаційного дослідження проектів РМЗГО: 1 – методологія адаптивно-ціннісного управління; 2 – адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами; 3 – диференціально-символьний підхід до управління проектами; 4...10 – моделі та методи управління проектами

Опис основних наукових результатів дослідження, які представлені у концептуальній схемі дисертаційного дослідження проєктів РМЗГО, подано у табл. В.1 (додаток В).

Методологічною основою дослідження є розроблена адаптивно-ціннісна методологія управління проєктами, яка ґрунтується на системному, адаптивно-ціннісному та диференціально-символьному підходах, адаптованих до управління проєктами РМЗГО. Ця методологія базується на міжнародних стандартах управління проєктами (PMBOK, ISO 21500, PRINCE2 та P2M) з акцентом на адаптацію до мінливого проєктного середовища проєктів розвитку медичних закладів та із врахуванням їх специфіки.

Запропоновані адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами РМЗГО, який базується на обґрунтованих принципах та управлінських процесах, та диференціально-символьний підхід до управління проєктами ФРГО, який базується на використанні диференціальних рівнянь та символічних обчислень для моделювання і аналізу складних динамічних систем, є основою запропонованої методології, що спрямована на розвиток медичних закладів, а також адаптації до мінливого проєктного середовища.

Висновки до розділу 1

1. На підставі виконаного аналізу стану створення госпітальних округів як в Україні так і за кордоном встановлено, що вони забезпечують підвищення якості надання медичних послуг у окремих регіонах, а також забезпечення оптимізації використання ресурсів. Для об'єктивного обґрунтування структури госпітальних округів окремих регіонів слід розробити методологію та концептуальну модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів їх створення. Це дозволяє ефективно розподіляти ресурси, визначати пріоритети та забезпечувати досягнення стратегічних цілей розвитку медицини регіону.

2. На основі проведеного аналізу існуючих міжнародних стандартів та методологій управління проектами, таких як PMBOK, ISO, IPMA, P2M та PRINCE2, а також методологій управління проектами організацій та їх портфелями встановлено, що вони не повною мірою відповідають вимогам та специфіці проектів РМЗГО. Зазначені проекти потребують специфічної методології, яка була б адаптована до мінливого проектного середовища, особливостей медичної галузі та ресурсних обмежень. Вона забезпечить ефективне управління проектами розвитку медичних закладів завдяки врахуванню їх специфіки та особливостей сучасної системи охорони здоров'я.

3. Аналіз наукових праць з управління проектами розвитку медичних закладів показав, що більшість досліджень зосереджуються на вдосконаленні процесів планування, контролю та оцінки ефективності проектів у сфері охорони здоров'я. Значна увага приділяється підвищенню якості медичних послуг, оптимізації ресурсів та інтеграції сучасних технологій в управління проектами. Проте, існує потреба подальшого розвитку методів, що враховують специфіку медичних закладів, які розвиваються у мінливому проектному середовищі, обмежені ресурси та підвищені вимоги до якості медичних послуг, що свідчить про доцільність розробки та удосконалення існуючих моделей та методів для ефективного управління проектами функціонування і розвитку медичних закладів.

4. Проведений аналіз сучасних наукових тенденцій у сфері управління проектами розвитку медичних закладів вказує на зростаючу потребу у розробленні інструментарію, що базується на інноваційних підходах для підвищення ефективності медичних послуг і управління ресурсами. Сучасні тенденції скеровані на використання цифрових технологій, зокрема обчислювального інтелекту, а також впровадження адаптивних моделей управління проектами, що дозволяють швидко реагувати на зміни у мінливому проектному середовищі. Їх використання дозволить не лише вдосконалити існуючі моделі та методи проектного управління, але й розробити нові підходи, які сприятимуть пришвидшенню та точності управлінських рішень.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ АДАПТИВНО-ЦІННІСНОГО УПРАВЛІННЯ СТВОРЕННЯМ ТА РОЗВИТКОМ ГОСПІТАЛЬНИХ ОКРУГІВ

2.1. Обґрунтування доцільності та принципів адаптивно-ціннісного управління як основи ефективного функціонування та розвитку госпітальних округів

У сучасних умовах реформування системи охорони здоров'я України особливої уваги заслуговує проблема розвитку новостворених госпітальних округів. Під госпітальним округом розуміється функціональна мережа медичних закладів, розташованих на певній території, яка забезпечує надання спеціалізованої (вторинної) медичної допомоги жителям цієї території [38]. До складу госпітальних округів входять медичні заклади, які представлено на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Структура госпітальних округів окремого регіону

До складу госпітального округу входять не менше однієї багатопрофільної лікарні інтенсивного лікування першого та/або другого рівня та інші заклади охорони здоров'я [55].

Для розвитку госпітальних округів слід реалізовувати відповідні проекти. При цьому слід обґрунтовувати доцільність реалізації низки проектів функціонування та розвитку медичних закладів та відповідно постає багато

науково-прикладних задач щодо ефективного управління цими проектами. Одним із основних викликів є потреба балансування обмежених ресурсів та високих вимог до якості медичних послуг, що обумовлює потребу в нових підходах до управління проектами. Окрім того спостерігається особливий вплив динамічного проектного середовища на реалізацію медичних проектів. Адаптивно-ціннісне управління (АЦУ) є інноваційним підходом, який дозволяє поєднувати гнучкість у прийнятті управлінських рішень під час реалізації проектів ФРГО із врахуванням потреб та цінностей різних зацікавлених сторін, що особливо важливо в умовах постійних змін у соціально-економічному середовищі.

Госпітальні округи, які є основою для організації медичної допомоги на регіональному рівні, повинні мати ефективну систему медичних закладів, що дозволить швидко адаптуватися до нових викликів, таких як зміна демографічних показників, обмежене фінансування та нові епідеміологічні загрози. Впровадження адаптивно-ціннісного управління під час реалізації проектів ФРГО сприяє отриманню якісних продуктів проектів, що підвищують якість та доступність медичних послуг, забезпечать оптимальний розподіл ресурсів враховуючи динамічне проектне середовище та потреби населення у медичних послугах.

АЦУ проектами ФРГО належить до підходу, який спрямований на забезпечення гнучкості та адаптивності у прийнятті управлінських рішень з урахуванням ціннісних пріоритетів зацікавлених сторін. Щодо розвитку госпітальних округів, то цей підхід є базовим для ефективного формування системи охорони здоров'я регіонів. Саме він дозволяє узгоджувати потреби населення у медичних послугах, обмежені ресурси та мінливі умови зовнішнього проектного середовища.

Запропонований адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами ФРГО базується на 7 принципах, які представлено на рис. 2.2.

Адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами ФРГО базується на 7 важливих принципах, які забезпечують гнучкість, ефективність та стійкість прийняття управлінських рішень. Цей підхід дозволяє оптимізувати використання ресурсів та враховувати цінності зацікавлених сторін у динамічному проектному середовищі.



Рисунок 2.2 – Принципи, на яких базується адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами ФРГО

Принцип адаптивності стосується того, що управління проектами ФРГО повинно бути динамічним та гнучким, здатним швидко реагувати на зміни у внутрішньому та зовнішньому проектному середовищі. Це стосується як змін у законодавстві, фінансуванні, так і виникнення нових соціальних чи епідеміологічних викликів. Адаптивність передбачає постійний моніторинг стану проектного середовища, коригування планів і перерозподіл ресурсів відповідно до змін у проектному середовищі.

Відповідно до принципу створення максимальної цінності усі проекти ФРГО, мають ціннісні пріоритети для різних груп зацікавлених сторін (пацієнтів, медичного персоналу, місцевих громад, державних органів, інвесторів тощо). Цей принцип забезпечує отримання узгоджених управлінських рішень, орієнтованих на задоволення потреб населення громади та поліпшення якості медичних послуг.

Принцип ефективного використання ресурсів госпітального округу враховує їх обмеженість та оптимальне розподілення для досягнення максимального результату. При цьому здійснюється раціональне використання фінансових,

людських і матеріальних ресурсів із врахуванням мінімізації витрат та підвищення якості надання медичних послуг.

Принцип безперервного вдосконалення базується на тому, що розвиток госпітальних округів є неперервним процесом. АЦУ базується на принципі постійного вдосконалення, що передбачає впровадження інновацій, нових технологій, підвищення кваліфікації медичного персоналу та модернізацію інфраструктури. Цей принцип забезпечує сталість надання медичних послуг та готовність системи охорони здоров'я до нових викликів.

Принцип ризик-менеджменту передбачає врахування можливих ризиків і невизначеностей, що є важливою складовою адаптивно-ціннісного підходу до управління проектами ФРГО. Управління ризиками базується на ідентифікації потенційних загроз, їх аналіз та розробку стратегії для мінімізації їх впливу на реалізацію медичних проєктів. Цей принцип сприяє забезпеченню стабільності та стійкості госпітальних округів у кризових ситуаціях.

Принцип орієнтації на якісний продукт проєктів ФРГО орієнтований на досягнення конкретних, вимірюваних результатів проєктної діяльності. Для проєктів ФРГО це означає не лише досягнення планових показників, але й підвищення якості медичної допомоги, покращення здоров'я населення та задоволення потреб громад.

Принцип прозорості та підзвітності у прийнятті управлінських рішень перед зацікавленими сторонами є базовим принципом управління проектами ФРГО. Він забезпечує довіру до проєктних офісів, системи охорони здоров'я та зменшує ризики непрозорих рішень, що можуть призвести до неефективного використання ресурсів у проєктах.

Адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами ФРГО базується на принципах гнучкості, орієнтації на цінності, ефективного використання ресурсів, безперервного вдосконалення, управління ризиками, орієнтації на результати та прозорості. Ці принципи забезпечують ефективне управління в умовах обмежених ресурсів та динамічних змін у проєктному середовищі, сприяючи сталому розвитку госпітальних округів і підвищенню якості медичних послуг для населення.

Опишемо взаємозв'язки між принципами адаптивно-ціннісного управління проектами ФРГО. Загальна ефективність управління проектами ФРГО E описується як функція:

$$E = f(A, C, R, I, M, O, T), \quad (2.1)$$

де A – адаптивність управління; C – ціннісно-орієнтоване управління; R – ефективність використання ресурсів; I – безперервне вдосконалення (інновації); M – ризик-менеджмент, O – орієнтація на результати (якість продукту проекту), T – прозорість і підзвітність.

Адаптивність A є основою, яка дозволяє госпітальному округу гнучко реагувати на зміни в зовнішньому проектному середовищі. Без високого рівня адаптивності інші принципи можуть неефективно реалізуватися, оскільки госпітальний округ не встигатиме реагувати на нові виклики.

Ціннісно-орієнтоване управління C забезпечує баланс між різними групами зацікавлених сторін проектів ФРГО. Його вплив зростає за умови високої прозорості T , що сприяє підвищенню довіри між учасниками проектів.

Ефективність використання ресурсів R взаємопов'язана з використанням процесів ризик-менеджменту M , оскільки ефективність управління ресурсами передбачає вміння уникати або мінімізувати ризики.

Безперервне вдосконалення I завдяки використанню інновацій залежить від адаптивності A та ефективності використання ресурсів R , оскільки інновації можуть бути впроваджені лише в середовищі, яке здатне адаптуватися до змін та раціонально використовує ресурси.

Ризик-менеджмент M впливає на всі інші елементи, оскільки не врахування ризиків ставить під загрозу як адаптивність, так і ціннісно-орієнтовану складову управління проектами ФРГО.

Орієнтація на результати O визначає якість кінцевих продуктів проектів ФРГО. Він тісно пов'язаний з іншими принципами. Зокрема, досягнення якісних кінцевих продуктів проектів неможливе без ефективного управління ресурсами, мінімізації ризиків і створення цінностей для зацікавлених сторін.

Прозорість та підзвітність T посилює довіру між зацікавленими сторонами, що позитивно впливає на ціннісно-орієнтоване управління C , орієнтацію на якість кінцевих продуктів проєктів O , та ефективність управління ресурсами R .

Якщо врахувати вище означені взаємозв'язки між окремими принципами адаптивно-ціннісного підходу до управління проєктами ФРГО, формула (2.1) має вигляд:

$$E = A \wedge (C \leftrightarrow T) \wedge R \wedge I \wedge M \wedge O, \quad (2.2)$$

де $C \leftrightarrow T$ – взаємозв'язок між цінністю і прозорістю, так як прозорість безпосередньо впливає на управління проєктами ФРГО, орієнтоване на цінності.

Принципи A , R , I , M і O впливають на загальну ефективність управління проєктами ФРГО як мультиплікативні складові.

Розглядаючи взаємозв'язки між принципами адаптивно-ціннісного управління проєктами ФРГО, слід зазначити, що кожен принцип взаємодіє з іншими, посилюючи або компенсуючи їх вплив. Наприклад, прозорість і підзвітність T забезпечує пом'якшувальний вплив на ризики M , а інновації I сприяють адаптивності A та покращенню якості продукту проєктів O .

Принцип адаптивності A напряму пов'язаний із безперервним вдосконаленням I , оскільки адаптивність управління проєктами ФРГО дозволяє швидко впроваджувати інновації проєктами ФРГО та коригувати управлінські рішення у відповідь на зміни зовнішніх складових проєктного середовища. Цей зв'язок можна виразити додатковим множником у формулі (2.2):

$$E = (A \wedge I) \wedge (C \vee T) \wedge R \wedge M \wedge O. \quad (2.3)$$

У формулі (2.3) $A \cdot I$ означає, що без належної адаптивності A навіть найкращі інновації I не можуть бути ефективно реалізовані. І навпаки, госпітальні округи, які не впроваджують нові методи та підходи до управління проєктами, не здатні повністю реалізувати свій адаптивний потенціал.

Прозорість T також має сильний вплив на управління ризиками M проєктів ФРГО, оскільки прозорі процеси дозволяють виявляти ризики на ранніх етапах, а також сприяють їх ефективному вирішенню через залучення всіх зацікавлених сторін. Це можна виразити через взаємозалежність:

$$M = f(T). \quad (2.4)$$

У формулі (2.4) функція $f(T)$ означає, що ефективність управління ризиками проєктів ФРГО прямо пропорційна рівню прозорості T . У загальній формулі (2.3) це відображається як посилений вплив прозорості T на зниження ризиків M :

$$E = (A \wedge I) \wedge (C \vee T) \wedge R \wedge (T \rightarrow M) \wedge O. \quad (2.5)$$

Ефективність використання ресурсів R тісно пов'язана з орієнтацією на результати O , оскільки раціональне управління ресурсами є ключовим для досягнення поставлених цілей – якісні продукти проєктів ФРГО. Взаємозв'язок між цими принципами описується через залежність результатів O від ефективності використання ресурсів R :

$$O = f(R). \quad (2.6)$$

У формулі (2.6) функція $f(R)$ визначає, що якість продуктів проєктів ФРГО зростають пропорційно до раціонального використання ресурсів R . Це можна відобразити в формулі таким чином:

$$E = (A \wedge I) \wedge (C \vee T) \wedge (R \wedge (T \rightarrow M)) \wedge Q(R). \quad (2.7)$$

Отже, з урахуванням усіх взаємозалежностей між принципами адаптивно-ціннісного управління, отримуємо формулу (2.7) для оцінки загальної ефективності управління проєктами ФРГО. Ця формула дозволяє побудувати комплексне розуміння взаємозв'язків між ключовими принципами адаптивно-ціннісного управління проєктами ФРГО, демонструючи, що кожен елемент управлінської системи впливає на загальну ефективність системи.

2.2. Означення наукових основ адаптивно-ціннісного управління розвитком госпітальних округів

Наукові основи адаптивно-ціннісного управління розвитком госпітальних округів базуються на інтеграції теоретичних знань та практичних підходів, які забезпечують ефективну реалізацію проєктів у сфері охорони здоров'я. АЦУ

розвитком госпітальних округів засноване на комбінованих принципах адаптивного управління і запропонованого відповідного підходу, що орієнтовані на створення цінності для всіх зацікавлених сторін. Цей підхід передбачає гнучке управління, яке дозволяє реагувати на зміни у мінливому проєктному середовищі та враховувати ресурсні можливості госпітальних округів, забезпечуючи при цьому максимальну цінність для населення і медичних закладів та якість наданих медичних послуг. Основними елементами адаптивно-ціннісного управління розвитком госпітальних округів є управління змінами, забезпечення створення максимальної цінності для зацікавлених сторін завдяки оптимізації використання доступних ресурсів.

Модель адаптивно-ціннісного управління проєктами розвитку госпітальних округів передбачає оцінення їх успіх U , що стосується досягнення поставлених цілей та очікуваних результатів у визначені терміни, у межах заданого бюджету, з дотриманням якості продукту, а також із забезпеченням отримання цінності для зацікавлених сторін:

$$U = f(A, C, P, C, Q), \quad (2.8)$$

де U – успіх проєкту; A – адаптивність до змін у проєктному середовищі; C – цінність для зацікавлених сторін; P – управління ризиками; C – стійкість, як здатність госпітального округу протистояти впливам мінливого проєктного середовища, змінам та викликам, зберігаючи свої основні функції, ефективність та структуру; Q – якість отриманого продукту проєктів (якість наданих медичних послуг тощо).

Представлена формула (2.8) відображає, що успіх проєктів розвитку госпітальних округів залежить від оптимального поєднання адаптивності до змін у проєктному середовищі, орієнтації на створення цінності для заціплених сторін, ефективного управління ризиками, а також забезпечення стійкості та якості отриманого продукту проєктів.

Для оцінки ефективності адаптивно-ціннісного управління проєктами розвитку госпітальних округів використовують інтегровану функцію ефективності:

$$E_U = \frac{\sum_{i=1}^n (V_i \cdot W_i)}{C_{\text{tot}}}, \quad (2.9)$$

де E_U – ефективність адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку госпітальних округів; V_i – значення цінності, створене завдяки реалізації i -го проекту; W_i – ваговий коефіцієнт значущості i -го проекту; C_{tot} – загальні витрати на реалізацію i -го проекту.

Формула (2.9) показує, що ефективність адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку госпітальних округів залежить від загальної створеної цінності всіх проектів та їх повної значущості з урахуванням витрат.

Адаптивність управління проектами розвитку госпітальних округів забезпечується через управління змінами, що можна описати рівнянням:

$$\Delta P = \frac{dP}{dt} = f(E_x, I_x, R_x), \quad (2.10)$$

де ΔP – зміна конфігурації проектів; E_x – зовнішні чинники впливу на реалізацію проектів розвитку госпітальних округів; I_x – інновації, що впливають на реалізацію проектів розвитку госпітальних округів; R_x – ризики, які виникають під час реалізації проектів розвитку госпітальних округів.

Адаптивно-ціннісний підхід управління проектами розвитку госпітальних округів також передбачає оптимізацію використання доступних ресурсів:

$$O = \min \left(\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{V_i} \right), \quad (2.11)$$

де O – оптимізація використання доступних у госпітальному окрузі ресурсів; B_i – витрати ресурсів на реалізацію i -го проекту; V_i – значення цінності, створене завдяки реалізації i -го проекту.

Формула (2.11) відображає доцільність мінімізувати використання ресурсів за максимальної створеної цінності завдяки реалізації проектів розвитку госпітальних округів.

Схема адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку госпітальних округів представлена на рис. 2.3.

Для управління ризиками за використання адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку госпітальних округів використовується наступна модель:

$$R_{ef} = R_{in} - \Delta R, \quad (2.12)$$

де R_{ef} – ефективність управління ризиками; R_{in} – початковий ризику; ΔR – зміна ризику внаслідок виконання управлінських дій.

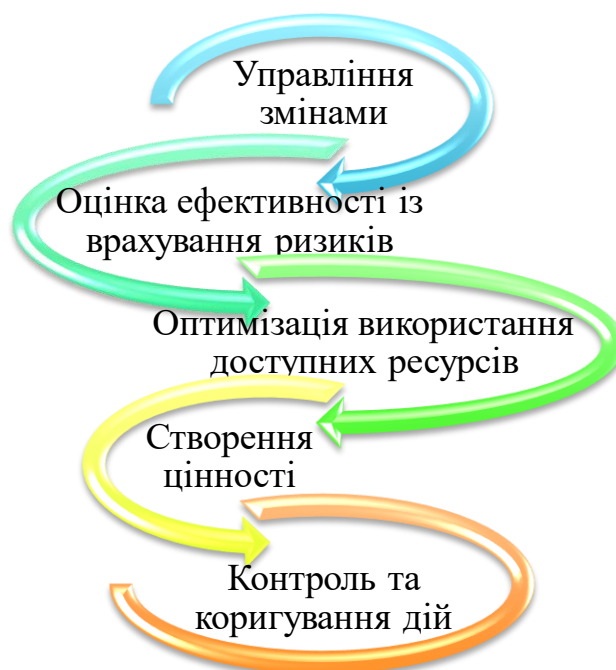


Рисунок 2.3 – Схема процесів адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку госпітальних округів

Під час виконання контролю стану реалізації проєктів розвитку госпітальних округів соціальні та економічні дослідження лежать в основі виконання коригування дій:

$$SE = f(Q, S, E_U), \quad (2.13)$$

де SE – соціально-економічний ефект від реалізації проєктів розвитку госпітальних округів; Q – якість отриманого продукту проєкту (наданих медичних послуг або створення медичного закладу); S – стійкість госпітальних округів; E_U

– ефективність адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку госпітальних округів.

Таким чином, описані вище наукові основи адаптивно-ціннісного управління розвитком госпітальних округів базуються на комбінуванні гнучкості проектного управління із врахуванням мінливого проектного середовища, орієнтації на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків. Це забезпечує успішну реалізацію проектів, стійкий розвиток госпітальних округів та підвищення якості медичних послуг для населення регіону.

2.3. Особливості формування бази даних про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів

Процес формування бази даних про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів має ряд особливостей, які пов'язані із специфікою цього середовища. Зокрема, спостерігаються динамічні і постійно мінливі характеристики проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Це означає, що дані, які були зібрані в один період, можуть стати неактуальними в інший період, що зумовлює постійний його моніторинг проектного середовища та збір даних про його окремі складові.

Проектне середовище у проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів є досить складним і багатогранним. Це означає, що для отримання повної та точної інформації про його характеристики потрібно використовувати різні джерела даних. Для окремих груп медичних даних характерна конфіденційність, а також не усі потрібні дані наявні у повному обсязі, що зумовлює таку особливість їх формування, як обмеженість у доступі до даних. Це означає, що потрібні дані є обмеженими за обсягом і точністю.

Для того, щоб врахувати означені особливості, процес формування бази даних про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів слід ретельно спланувати та організувати. При цьому слід знати про джерела отримання потрібних даних про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів, а також використовувати сучасні методи і технології, які дозволяють збирати, обробляти і представляти дані швидко і ефективно.

Для виконання процесу формування бази даних про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів використовують різні джерела отримання потрібних даних (рис. 2.4).

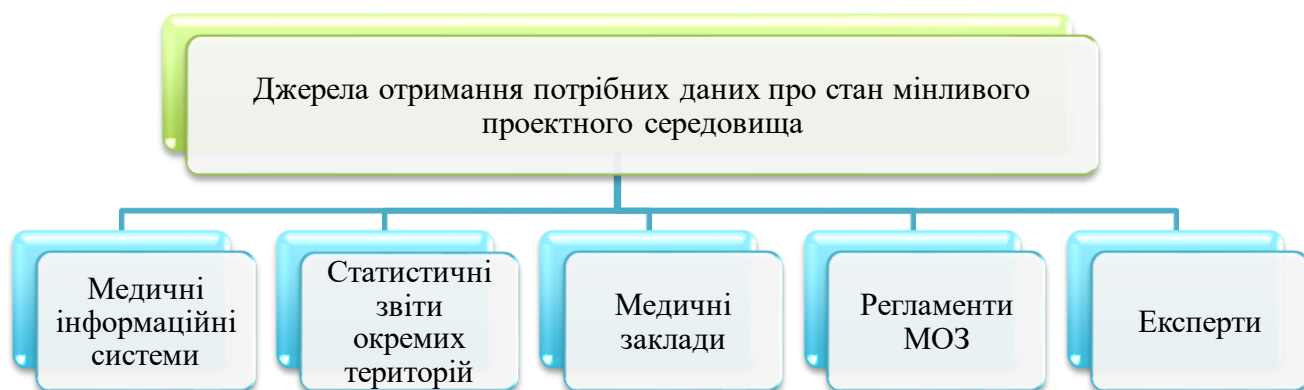


Рисунок 2.4 – Джерела отримання потрібних даних про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів

Одними із найбільш важливих джерел отримання даних для ініціації проектів розвитку медичних закладів є окремі медичні інформаційні системи, які підключені до центральної бази даних (БД), що належить до електронної системи охорони здоров'я (ЕСОЗ) [52]. Зазначені інформаційні системи вміщують достатньо широкий діапазон окремих атрибутів даних як про окремих пацієнтів, так і про надані медичні послуги та використані медичні ресурси. Зазначені дані лежать в

основі отримання потрібної інформації про визначення потреб населення окремих територій (громад, районів, регіонів) у наданні медичних послуг, для проведення оцінки ефективності наданих медичних послуг та для оптимізації використання наявних медичних ресурсів.

Статистичні звіти окремих територій (громад, районів та регіонів) також є цінним джерелом даних для ініціації проєктів розвитку медичних закладів. Зазначені звіти вміщують інформацію щодо поширеності захворювань серед населення окремих територій, рівень смертності, інвалідності та інші показники, що характеризують стан здоров'я населення. На основі цих даних отримується потрібна інформація, яку у подальшому використовують проєктні менеджери для виявлення неузгодженості у медичних системах, що потребує змін завдяки реалізації відповідних проєктів розвитку медичних закладів на території госпітальних округів, а також для оцінки ефективності їх реалізації.

Медичні заклади також є важливим джерелом даних для ініціації проєктів розвитку медичних закладів. Вони формують звітну документацію, яка переважно зберігається у системах електронного документообігу, що фіксують показники їх діяльності. Зокрема, медичні заклади фіксують час та кількість звернень до них пацієнтів, стан пацієнтів під час звернень до лікарів та на час виписування із лікарень, кількість проведених процедур та витрати на надані медичні послуги. Отримані дані лежать в основі формування потрібної інформації, яку у подальшому можна використовувати для виконання процесів оцінення ефективності використання медичних ресурсів, а також для обґрунтування заходів розвитку медичних закладів, які забезпечать ідентифікацію відповідних проєктів.

За відсутності потрібних даних про стан проєктного середовища можна скористатися методами експертних оцінок. Для цього враховуються думки експертів, на підставі яких можна отримати відсутню та цінну інформацію, яка забезпечить виконання процесів ініціації проєктів розвитку медичних закладів. Експерти мають досвід роботи в галузі охорони здоров'я та потрібний досвід і знання щодо основних тенденцій та доцільності розвитку окремих напрямів медичних систем. Вони можуть

надати потрібні рекомендації щодо доцільності реалізації проєктів створення та розвитку медичних закладів окремих госпітальних округів.

Не менш важливими джерелами даних для ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів є регламенти МОЗ. Вони представляються у вигляді нормативно-правових актів, які визначають порядок організації та діяльності закладів охорони здоров'я, а також вміщують вимоги до порядку та якості надання медичних послуг.

Регламенти МОЗ встановлюють правила, якими повинні керуватися медичні заклади в своїй діяльності. Вони визначають, як повинні бути організовані медичні послуги, які вимоги повинні бути дотримані для забезпечення якості надання медичної допомоги, а також відповідальність, яка покладається на медичні заклади та їх працівників. Зазначені регламенти є важливим інструментом для забезпечення якості та ефективності надання медичних послуг у державі. Вони формують та забезпечують дотримання єдиних стандартів у сфері охорони здоров'я, а також сприяють підвищенню рівня професійної діяльності медичних працівників.

Структуру регламентів МОЗ, як джерел даних для ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів, представлено на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – Структура регламентів МОЗ як джерел даних для ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів

Представлені на рис. 2.5 регламенти МОЗ визначають загальні принципи організації та діяльності медичних закладів та лежать в основі ініціації проєктів їх створення та розвитку. Регламентів МОЗ можна умовно розділити на чотири групи.

Перша група регламентів стосується визначення порядку надання конкретних медичних послуг. Зазначені регламенти встановлюють вимоги до організації та надання таких послуг, як перша медична допомога, стаціонарне лікування, амбулаторне лікування, екстрена медична допомога тощо.

Друга група регламентів стосується визначення порядку ведення медичної документації. Зазначені регламенти встановлюють вимоги до ведення медичної документації в окремих видах закладів охорони здоров'я.

Третя група регламентів стосується визначення порядку проведення медичних досліджень. Зазначені регламенти встановлюють вимоги до організації та проведення медичних досліджень, включаючи дослідження з використанням біологічних матеріалів людини тощо.

Четверта група регламентів стосується визначення загальних вимог до діяльності медичних закладів, незалежно від їх виду і спеціалізації у окремому госпітальному окрузі. Вони вміщують вимоги до організації діяльності медичних закладів, до медичного персоналу, а також використовуваної матеріально-технічної бази медичних закладів.

В Україні зазначені регламенти розробляються та затверджуються у МОЗ та є обов'язковими для виконання всіма закладами охорони здоров'я незалежно від їх форми власності та підпорядкування.

Вибір конкретного джерела даних для отримання інформації про проєктне середовище проєктів створення та розвитку медичних закладів залежить від виду та конкретних цілей зазначених проєктів. Однак, у переважній більшості проєктні менеджери отримують дані із різних джерел, що забезпечує всебічну оцінку існуючого стану проєктного середовища. Це підвищує вірогідність отримання повної та точної інформації для ініціації проєктів розвитку медичних закладів та відповідно підвищує ефективність виконання зазначеного управлінського процесу. Характеристика даних про стан мінливого проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів представлена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика даних про стан мінливого проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів

Джерело отримання даних	Група даних	Показники
1	2	3
Медичні інформаційні системи	Дані про обсяг та тип надання медичних послуг	Кількість та види звернень пацієнтів до окремих медичних фахівців, характеристики звернень пацієнтів (вік, стать, діагноз, стан захворювання тощо)
	Записи електронних медичних карт	Діагнози, історії хвороб, лікування та призначення, дані про лікарські засоби та алергії.
Статистичні звіти окремих територій (громад, районів та регіонів)	Демографічні дані стану здоров'я населення	Чисельність населення окремих територій (вік, стать, стан здоров'я тощо), місце проживання, соціальний статус, наявність хронічних захворювань
	Статистика захворюваності та епідеміологічні дані	Захворювання за різними групами населення, стан виникнення та проходження епідемій та різних видів хвороб
	Задоволення пацієнтів та відгуки	Якість медичного обслуговування, зворотній зв'язок пацієнтів та їх відгуки
Медичні заклади	Використання медичних ресурсів	Кількість відвідувань та проведених процедур, використання лікарняних ліжок окремих відділень, надані консультації та діагностичні послуги, кількість та час виникнення екстрених випадків та операційних втручань
	Фінансові дані	Бюджетні витрати та витрати на обладнання, фінансовий стан медичного закладу, витрати на зарплати та інші витрати
	Дані про наявний персонал	Склад медичного та адміністративного персоналу, кваліфікація та сертифікованість працівників
	Технічні дані	Стан та використання медичного обладнання, наявне технічне забезпечення

продовження табл. 2.1

1	2	3
Експерти	Дані про існуючий стан медичних систем	Доступність та рівень медичних послуг, інфраструктура та обладнання, фінансування та ефективність, інформаційні технології в охороні здоров'я, кадровий резерв та навчання, попередження та управління епідеміями
Регламенти МОЗ	Дані щодо принципів та обмежень	Порядок надання медичних послуг, що прописані у протоколах лікувань, обмеження у використанні лікарських та технічних засобів, порядок оформлення ведення медичної документації, використання технічних засобів та кваліфікація персоналу тощо.

Подані у таблиці 2.1 характеристики даних про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів свідчать про те, що проектні менеджери можуть використовувати п'ять різних джерел отримання даних. Зазначені джерела вміщують одинадцять груп даних, кожна із яких має свої показники. Ці показники характеризують окремий аспект даних. Окремі показники даних використовуються для процесів оцінки, аналізу та порівняння стану мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів.

Для отримання повної та точної інформації про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів використовують комбінацію даних із різних джерел. Для отримання більш точної та актуальної інформації про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів рекомендується проектним менеджерам користуватися історичними та оновленими даними, які дають можливість врахувати тенденції змін проектного середовища та відповідно адаптувати під ці зміни порядок дій щодо створення та розвитку медичних закладів.

2.4. Базові задачі та методи обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів

Вибір методів обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів залежить від конкретних задач, які необхідно вирішувати. Нижче наведено характеристики базових задач та методів обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Характеристики базових задач та методів обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів

Вирішувана задача	Методи обчислювального інтелекту	Моделі обчислювального інтелекту	Використовувані дані
Прогнозування попиту на медичні послуги	Регресійний аналіз, машинне навчання	Лінійна регресія, Random Forest, LSTM (рекурентні нейронні мережі)	Історичні дані про надання медичних послуг, демографічні дані, показники стану медицини на заданій території
Класифікація медичних закладів за рівнем обслуговування	Кластерний аналіз, машинне навчання	K-Means, SVM (метод опорних векторів), Neural Network	Дані про обладнання, медичний персонал, доступність до технологій, статус акредитації медичних закладів
Оптимізація розташування нових медичних закладів	Геопросторовий аналіз, оптимізаційні алгоритми	Genetic Algorithm, Ant Colony Optimization	Географічні дані, попит на медичні послуги, характеристики транспортної інфраструктури, наявність інших медичних закладів.
Прогнозування цінності від реалізації проєктів	Аналіз виживання, регресійний аналіз, еволюційні	Cox Proportional-Hazards Model, Bayesian Regression, Genetic Programming	Дані про витрати на медичні послуги, терміни реалізації, характеристики проєктів, тенденції розвитку медичних установ та їх проєктне середовище

На підставі даних таблиці 2.2 слід зазначити, що для вирішення існуючих задач можна використовувати різні методи обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Використання регресійних моделей (лінійна регресія, Random Forest тощо) та нейронних мереж (LSTM) дозволяє адекватно моделювати та прогнозувати попит на медичні послуги, враховуючи історичні дані та демографічні показники. Моделі кластеризації (K-Means) та класифікації (SVM, Neural Network) використовуються для визначення рівня обслуговування у медичних закладах госпітального округу на основі інформації про їх технічне забезпечення, кваліфікацію персоналу, доступність до інноваційних технологій та наявний статус акредитації.

Застосування геопросторового аналізу та оптимізаційних алгоритмів (Genetic Algorithm, Ant Colony Optimization тощо) забезпечує визначення оптимального територіального розташування нових медичних закладів, враховуючи географічні дані, стан транспортного сполучення, попит на медичні послуги тощо. Використання моделей аналізу виживання (Cox Proportional-Hazards Model), регресійних моделей (Bayesian Regression) та еволюційних методів (Genetic Programming) дозволяє аналізувати ефективність реалізації ініційованих проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів, враховуючи різні чинники та динаміку зміни проєктного середовища.

2.5. Класифікація проєктів функціонування та розвитку госпітальних округів і структура процесу їх ідентифікації

Ідентифікація проєктів – це процес виявлення та визначення проєктів, які слід реалізувати для підвищення ефективності функціонування та забезпечення розвитку госпітальних округів. Ідентифікація проєктів є одним із важливих процесів, що забезпечує успішне управління проєктами ФРГО.

Насамперед розглянемо укрупнену класифікацію проєктів ФРГО, яка представлена на рис. 2.6.

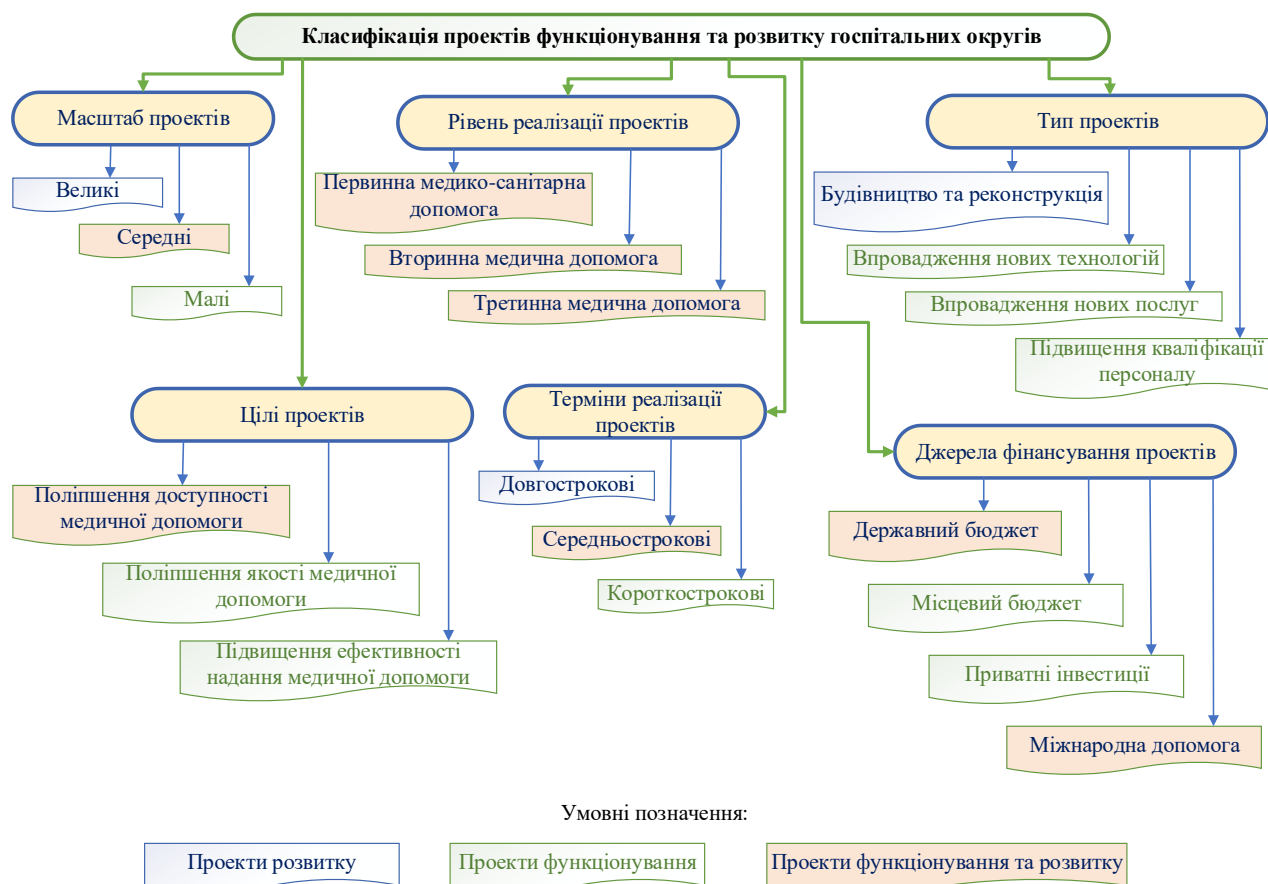


Рисунок 2.6 – Укрупнена класифікація проєктів ФРГО

Проєкти ФРГО можна умовно розділити за 6 ознаками, а саме – масштабом, рівнем реалізації, типом, цілями, термінами реалізації та джерелами фінансування. Залежно від масштабів проєкти ФРГО поділяються на:

1) великі проєкти – охоплюють значну територію і потребують значних фінансових ресурсів (наприклад, проєкти будівництва нових спеціалізованих лікарень або проєкти реконструкції існуючих лікарень високоспеціалізованої медичної допомоги);

2) середні проєкти – охоплюють меншу територію і потребують менших фінансових ресурсів (наприклад, проєкти впровадження нового медичного обладнання або проєкти впровадження нових медичних технологій);

3) малі проєкти, які охоплюють невелику територію і потребують невеликих фінансових ресурсів (наприклад, проєкти виконання профілактичних заходів або проєкти підвищення кваліфікації медичного персоналу).

Залежно від рівня реалізації у розрізі госпітального округу проєкти можна розділити на проєкти:

1) первинної медико-санітарної допомоги, які спрямовані на забезпечення доступності та якості надання первинної медичної допомоги населенню (наприклад, проєкти створення нових амбулаторій або поліклінік, проєкти впровадження нових методів діагностики та лікування на першому рівні надання медичної допомоги);

2) вторинної медичної допомоги, які спрямовані на забезпечення доступності та якості вторинної медичної допомоги населенню (наприклад, проєкти будівництва нових лікарень або поліклінік, проєкти впровадження нових методів діагностики та спеціалізованого лікування);

3) третинної медичної допомоги, які спрямовані на забезпечення доступності та якості високоспеціалізованої медичної допомоги населенню (наприклад, проєкти створення нових високоспеціалізованих лікарень, проєкти створення передових діагностичних центрів, проєкти створення спеціалізованих відділень інтенсивної терапії із сучасним медичним обладнанням тощо).

За типом проєкти ФРГО поділяють на:

1) проєкти будівництва та реконструкції, які спрямовані на створення нових або модернізацію існуючих медичних закладів різних рівнів;

2) проєкти впровадження нових технологій, які спрямовані на впровадження нових медичних технологій у практику надання медичної допомоги;

3) проєкти впровадження нових послуг, які спрямовані на впровадження нових медичних послуг у практику надання медичної допомоги;

4) проєкти підвищення кваліфікації персоналу, які спрямовані на розвиток професійних компетенцій медичного персоналу.

Щодо цілей, то проєкти ФРГО поділяють на:

1) проекти поліпшення доступності медичної допомоги (наприклад, проекти створення нових медичних закладів у віддалених районах, проекти створення мобільних медичних бригад тощо);

2) проекти поліпшення якості медичної допомоги (наприклад, проекти впровадження нових методів діагностики та лікування, проекти підвищення кваліфікації медичного персоналу тощо);

3) проекти підвищення ефективності надання медичної допомоги (наприклад, проекти автоматизації процесів надання медичної допомоги, проекти оптимізації використання ресурсів тощо).

Стосовно термінів реалізації проекти ФРГО поділяють на:

1) короткострокові проекти, які реалізуються впродовж одного року або менше;

2) середньострокові проекти, які реалізуються впродовж одного-трьох років;

3) довгострокові проекти, які реалізуються впродовж трьох і більше років.

Відносно джерел фінансування, то проекти ФРГО поділяють на такі, що фінансуються із:

1) державного бюджету;

2) місцевих бюджетів;

3) приватних інвестицій;

4) міжнародної допомоги.

Класифікація проектів функціонування та розвитку медичних закладів регіону дозволяє систематизувати інформацію щодо можливих різновидів проектів, а також вона забезпечує виконання процесу їх ідентифікації для заданого проектного середовища.

Ідентифікація проектів ФРГО включає в себе окремі управлінські операції, які представлено на рис. 2.7.



Рисунок 2.7 – Структура процесу ідентифікації проектів ФРГО

Процес ідентифікації проектів ФРГО складається із трьох підпроцесів, які передбачають виконання окремих видів управлінських операцій. Цей процес описується виразом:

$$P_{in} \in (A_e, A_o, F_p), \quad (2.14)$$

де P_{in} – процес ідентифікації проектів створення та розвитку медичних закладів госпітальних округів; A_e – підпроцес оцінення існуючого стану медичної системи; A_o – підпроцес оцінення можливостей щодо реалізації проектів створення та розвитку медичних закладів; F_p – підпроцес формування проектів створення та розвитку медичних закладів.

Кожен із підпроцесів, який належить до процесу P_{in} ідентифікації проектів створення та розвитку медичних закладів госпітальних округів, передбачає виконання окремих управлінських операцій. Зокрема, підпроцес A_e оцінення існуючого стану медичної системи включає:

$$A_e \in (I_s, I_c, F_n), \quad (2.15)$$

де I_s – означення зацікавлених сторін; I_c – виявлення суперечностей у існуючій медичній системі; F_n – формулювання потреб щодо зміни існуючого стану медичної системи.

Підпроцес A_o оцінення можливостей щодо реалізації проєктів створення та розвитку медичних закладів включає:

$$A_o \in (A_a, C_f, R_a), \quad (2.16)$$

де A_a – оцінення наявних людських та матеріальних ресурсів; C_f – узгодження джерел фінансування медичних проєктів; R_a – оцінення ризиків.

Підпроцес F_p формування проєктів створення та розвитку медичних закладів включає:

$$F_p \in (D_p, D_e, P_l), \quad (2.17)$$

де D_p – визначення мети медичних проєктів; D_e – означення очікуваних результатів медичних проєктів; P_l – обмеження проєктів

Процес ідентифікації проєктів ФРГО є важливим етапом, який дозволяє визначити потенційні проєкти, які можуть бути реалізовані для досягнення цілей госпітальних округів. Процес ідентифікації ФРГО проєктів передбачає системне виконання множини управлінських операцій, які згруповано у три підпроцеси, що забезпечують ефективно визначення зазначених проєктів.

2.6. Означення показників цінності функціонування госпітальних округів

Показники цінності функціонування госпітальних округів не можна розглядати окремо без прив'язки їх до медичної системи або медичних об'єктів та зацікавлених сторін, яких вони стосуються. Це лежить в основі кількісного виміру показників цінності, адже кожна із зацікавлених сторін хоче отримати свої вигоди від функціонування госпітальних округів, які переважно є різнонаправлені [229].

Наприклад, для центрального органу виконавчої влади (МОЗ) СЕ потрібні показники, які забезпечать виконання процесів моніторингу та оцінки функціонування госпітальних округів для прийняття управлінських рішень щодо фінансування, організації функціонування та політики діяльності медичних систем.

Показники цінності функціонування госпітальних округів також важливі для місцевих органів виконавчої влади, які хочуть задокументувати ефективне використання інвестицій із місцевих бюджетів та виділення земельних ресурсів на медичні заклади, для громадських організацій, які збирають докази щодо доцільності створення нових медичних послуг або ж будівництва (реконструкції) медичних закладів. Однак, існує потреба у виборі таких показників цінності функціонування госпітальних округів, які забезпечать кількісне оцінення вигод для різних зацікавлених сторін. При цьому зазначені показники повинні бути адаптованими до мінливого проектного середовища.

Слід звернути увагу на те, що багато дослідників виконували свої дослідження у напрямі обґрунтування ефективних показників цінності функціонування госпітальних округів і вони є ефективними для заданого проектного середовища (наприклад розгляд окремого медичного процесу, окремого відділення медичного закладу, окремого медичного закладу, окремої громади, району, регіону, держави тощо). Однак із розвитком діджиталізації медичної сфери існує потреба у фіксуванні універсальних показників цінності функціонування госпітальних округів [157].

Для отримання показників цінності функціонування госпітальних округів слід використовувати початкові дані, які можна розділити на три групи: 1) медична політика; 2) фінансування медичних закладів; 3) стан функціонування медичної системи (рис. 2.8).

Медична політика – це комплекс заходів та стратегій, спрямованих на забезпечення доступу населення до ефективної медичної допомоги та підвищення рівня охорони здоров'я в країні [92]. Вона включає в себе регулювання прав пацієнтів, формування пакету основних медичних послуг та контроль за діяльністю медичних закладів. Основні принципи державної політики в медицині визначає Верховна Рада України, закріплюючи конституційні та законодавчі засади,

визначаючи цілі та основні завдання, а також схвалюючи загальнонаціональні програми з цієї сфери. Відповідальність за впровадження державної політики в області охорони здоров'я покладена на органи виконавчої влади (МОЗ). Кабінет Міністрів України відповідає за організацію розробки та реалізації спеціальних програм, створення економічних, правових та організаційних механізмів, що сприяють стимулюванню ефективної діяльності в галузі охорони здоров'я [92].

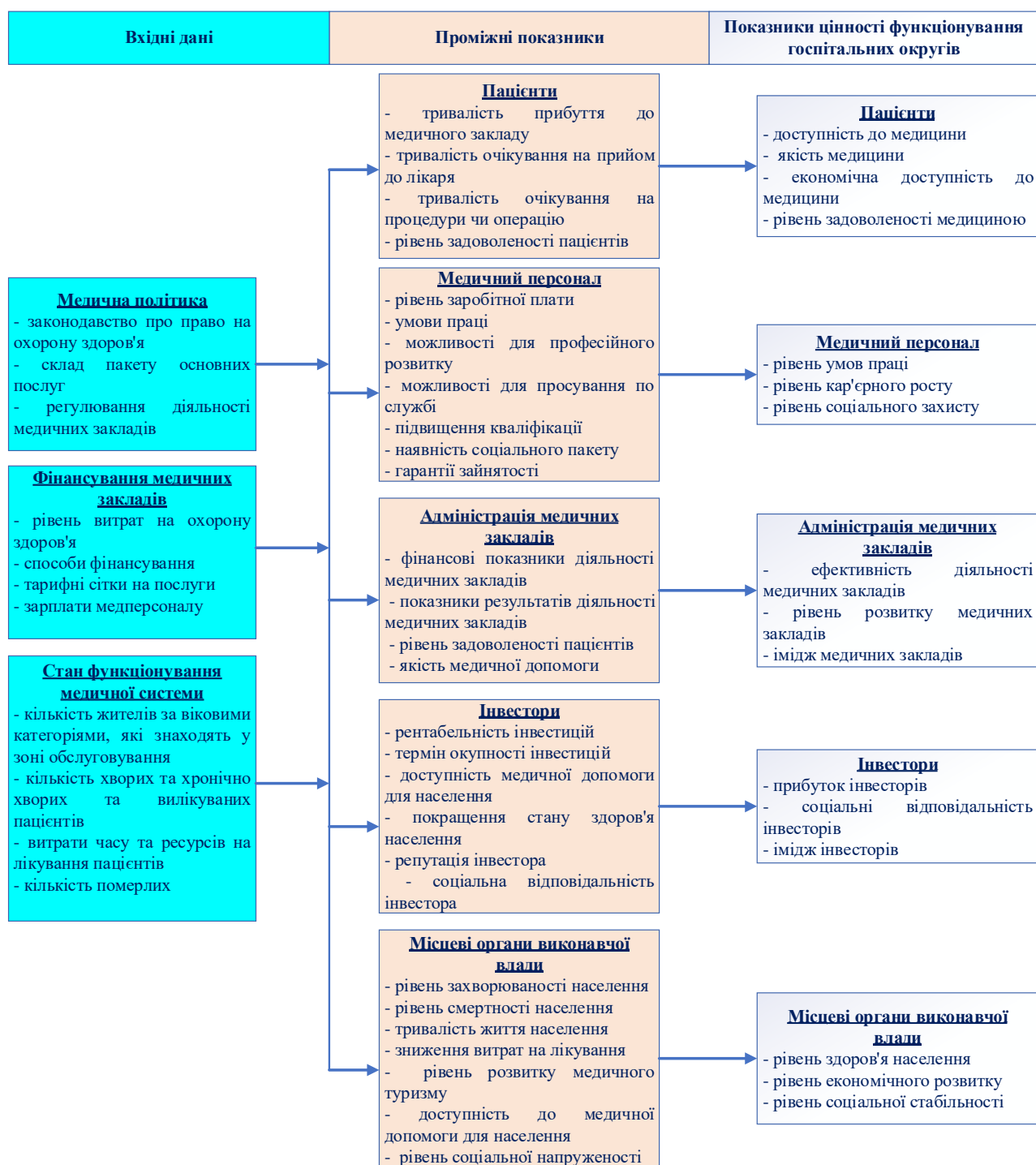


Рисунок 2.8 – Показники цінності функціонування госпітальних округів

Законодавство у сфері охорони здоров'я визначає права та обов'язки громадян у галузі медичної допомоги [10, 49, 56, 60]. Воно встановлює норми щодо доступності та якості медичних послуг, прав пацієнтів, процедур медичного страхування та інші аспекти, що регулюють взаємовідносини між пацієнтами, медичними працівниками та іншими учасниками системи охорони здоров'я. У рамках медичної політики визначається перелік послуг, які гарантовано надаються громадянам. Це може включати профілактичні огляди, лікувальні процедури, екстрено-медичну допомогу та інші види медичних послуг [35].

Встановлення складу пакету основних послуг дозволяє забезпечити всебічний та рівний доступ до необхідної медичної допомоги для всіх верств населення. Медичні заклади підлягають ретельному контролю та регулюванню для забезпечення високого стандарту медичної допомоги. Це включає в себе встановлення вимог до кваліфікації медичного персоналу, стандартів обладнання, санітарних та гігієнічних норм, а також контроль за якістю наданих послуг. Регулювання діяльності медичних закладів сприяє забезпеченню безпеки та ефективності медичних процедур.

Фінансування медичних закладів є ключовим аспектом забезпечення ефективного функціонування системи охорони здоров'я [18]. Визначення рівня витрат на охорону здоров'я, способів фінансування, тарифних сіток на послуги та зарплат медичного персоналу є важливими елементами розвитку медичних систем. Рівень витрат на охорону здоров'я визначає обсяги фінансових ресурсів, виділених на забезпечення медичних послуг та утримання медичних закладів. Цей показник включає в себе витрати на лікування, профілактику, науково-дослідну роботу, адміністративні витрати та інші складові системи охорони здоров'я. Фінансування медичних закладів може здійснюватися за рахунок різних джерел, таких як державний бюджет, страхові внески, благодійні внески, інвестиції тощо. Залежно від країни чи регіону використовуються різні моделі фінансування, спрямовані на забезпечення сталого функціонування системи охорони здоров'я. Встановлення тарифних сіток на медичні послуги є механізмом регулювання фінансового взаємодії між медичними закладами та пацієнтами. Ці тарифи визначають вартість

конкретних медичних процедур, лікування та інших послуг. Вони можуть бути встановлені державою або страховими компаніями. Фінансування медичних закладів також включає в себе виділення коштів на оплату праці медичного персоналу. Забезпечення справедливих та конкурентоспроможних зарплат є важливим елементом забезпечення високої якості медичних послуг та збереження кваліфікованого медичного персоналу. Взаємодія цих компонентів дозволяє створити стабільну та ефективну систему фінансування медичних закладів, що сприяє наданню доступної та якісної медичної допомоги.

Важливими вхідними даними для оцінення показників цінності функціонування госпітальних округів є характеристики стану функціонування заданої медичної системи, які представляються комплексом чинників, що відображають демографічну структуру населення, статистику хвороб, ефективність лікування та витрати ресурсів на лікування. Розподіл населення за віком визначає потреби у медичній допомозі. Кількісне оцінення наявності на заданій території жителів різних вікових груп дає можливість адаптувати надання медичних послуг до специфічних потреб окремих категорій пацієнтів. Аналіз кількості хворих (хронічно хворих) пацієнтів дає можливість визначити рівень захворюваності у зоні обслуговування окремих медичних закладів. Важливим також є визначення кількостівилікуваних пацієнтів. Цей показник лежить в основі визначення ефективності наданих медичних послуг або ж реалізованих програм лікування. Кількісне визначення витрат часу та ресурсів на лікування пацієнтів дає можливість визначити ефективність функціонування медичної системи.

На підставі показників тривалості лікування, доступності до необхідних ресурсів та ефективності витрат на медицину визначаються можливі сценарії розвитку систем медичного обслуговування. Статистичні дані щодо смертності є базовими показником для оцінення стану здоров'я населення та ефективності функціонування систем медичного обслуговування. Аналіз кількості померлих за віком та діагнозом дає можливість виявити тенденції захворюваності населення та визначити можливі сценарії розвитку систем медичного обслуговування. Загальна оцінка стану медичної системи формується в результаті системного розгляду цих

чинників та постійного моніторингу стану медичних систем для забезпечення ефективної та якісної медичної допомоги для населення окремих адміністративних територій.

На основі вхідних даних виконується моделювання існуючих медичних систем з метою визначення проміжних показників цінності функціонування госпітальних округів відносно кожної із зацікавлених сторін. У результаті отримують наступні проміжні показники цінності для пацієнтів:

- середня тривалість прибуття пацієнтів до медичного закладу (\bar{t}_{nm}):

$$\bar{t}_{nm} = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} t_{nmi}}{n_n}, \quad (2.18)$$

де t_{nmi} – тривалість прибуття i -го пацієнта до медичного закладу, хв; n_n – кількість пацієнтів, які лікувалися у медичному закладі, од.

Описаний у виразі (2.18) показник дає можливість встановити середні витрати часу пацієнтів на прибуття до медичного закладу та виконати порівняння із нормативними даними, які регламентуються у стратегії розвитку госпітальних округів, зокрема

- середня тривалість очікування пацієнтами на прийом до окремого лікаря (\bar{t}_{nl}):

$$\bar{t}_{nl} = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} t_{nli}}{n_n}, \quad (2.19)$$

де t_{nli} – тривалість очікування i -им пацієнтом на прийом до окремого лікаря, хв; n_n – кількість пацієнтів, які відвідували окремого лікаря, од.

- середня тривалість очікування пацієнтами на процедури (або ж операцію) (\bar{t}_{no}):

$$\bar{t}_{no} = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} t_{noi}}{n_n}, \quad (2.20)$$

де t_{noi} – тривалість очікування i -го пацієнтом на процедури (або ж операцію), хв;
 n_n – кількість пацієнтів, які відвідували окремі процедури (або ж було для них виконано операцію), од.

Описані у виразах (2.19-2.20) показники дають можливість встановити середні витрати часу пацієнтів на очікування окремого лікаря, процедури (або ж операції) та визначити ефективність їх планування та діяльності структурних підрозділі та медичних закладів.

➤ рівень (PS) задоволеності пацієнтів отриманими медичними послугами визначається за формулою:

$$PS = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} S_{ai}}{n_n}, \quad (2.21)$$

де S_{ai} – оцінка задоволеності i -им пацієнтом наданими медичними послугами, балів; n_n – кількість пацієнтів, які скористалися медичними послугами, од.

Отримані показники (2.18-2.21) дозволяють оцінити з позиції пацієнтів показники цінності функціонування госпітальних округів. Індекс доступності до медицини пацієнтів визначається за формулою:

$$HCA_{index} = \frac{100}{4} \left(\frac{\bar{t}_{nm}}{t'_{nm}} + \frac{\bar{t}_{nl}}{t'_{nl}} + \frac{\bar{t}_{no}}{t'_{no}} + \frac{PS}{PS'} \right), \quad (2.22)$$

де \bar{t}_{nm} , t'_{nm} – відповідно існуюча та нормативна тривалість прибуття пацієнтів до медичного закладу, хв; \bar{t}_{nl} , t'_{nl} – відповідно існуюча та нормативна тривалість очікування пацієнтом на прийом до лікаря, хв; \bar{t}_{no} , t'_{no} – відповідно існуюча та нормативна тривалість очікування пацієнтом на процедури (або ж операцію), хв; PS , PS' – відповідно існуюча та бажана задоволеність пацієнтів отриманими медичними послугами, балів.

Якість медицини у заданій системі визначається за індексом QM_{index} , що описується формулою:

$$QM_{index} = \frac{100}{4} \left(\frac{AL}{AL'} + \frac{IMR}{IMR'} + \frac{MMR}{MMR'} + \frac{CDP}{CDP'} \right), \quad (2.23)$$

де AL , AL' – відповідно існуюча та бажана середня тривалість життя населення, років; IMR , IMR' – відповідно існуючий та бажаний рівень дитячої смертності (кількість померлих дітей на 1000 народжених живими); MMR , MMR' – відповідно існуючий та бажаний показник материнської смертності (кількість померлих матерів на 100000 народжених дітей живими); CDP , CDP' – відповідно існуюча та бажана кількість ліжко-днів проведених пацієнтами у лікарні на 1000 осіб населення, ліжко-днів.

Економічна доступність до медицини у заданій системі визначається за індексом HAE_{index} , що описується формулою:

$$HAE_{index} = \frac{100}{3} \left(\frac{HCE}{HCE'} + \frac{SH}{SH'} + \frac{LHCE}{LHCE'} \right), \quad (2.24)$$

де HCE , HCE' – відповідно існуючі та бажані витрати на охорону здоров'я на душу населення, грн/особу; SH , SH' – відповідно існуюча та бажана частка ВВП на охорону здоров'я, %; $LHCE$, $LHCE'$ – відповідно існуючий та бажаний рівень немедичних витрат на охорону здоров'я (частка витрат пацієнтів на ліки, транспорт, догляд тощо до витрати на охорону здоров'я), %.

Рівень задоволеності пацієнтами медициною у заданій системі визначається за індексом HSL_{index} , що описується формулою:

$$HSL_{index} = \frac{100}{4} \left(\frac{PSI}{PSI'} + \frac{HCA}{HCA'} + \frac{QCS}{QCS'} + \frac{LTS}{LTS'} \right), \quad (2.25)$$

де PSI , PSI' – відповідно існуючий та бажаний індекс задоволеності пацієнтів (кількість задоволених пацієнтів до кількості опитаних пацієнтів); HCA , HCA' – відповідно існуюча та бажана оцінка якості медичної допомоги (середня оцінка пацієнтів за шкалою від 1 до 5); QCS , QCS' – відповідно існуюча та бажана кількість скарг на медичну допомогу (відношення кількості скарг до кількості пацієнтів); LTS , LTS' – відповідно існуючий та бажаний рівень довіри пацієнтів до медичної системи (відношення кількості людей, які довіряють медичній системі до кількості опитаних людей).

2.7. Опис причинно-наслідкових синергетичних зв'язків між складовими проєктного середовища проєктів розвитку госпітальних округів

Розроблена нами схема причинно-наслідкових зв'язків (CLD) використовується для візуалізації динамічних взаємозв'язків між різними складовими проєктного середовища системи розвитку госпітальних округів (рис. 2.9). Вузли на діаграмі представляють мінливі складові проєктного середовища, а стрілки між ними вказують на наявність причинно-наслідкових зв'язків між ними. Кожен зв'язок має свою полярність, а також різний вплив, що відображено кольоровим кодуванням. Нами розглянуто наступні складові проєктного середовища: інвестиції в медичну інфраструктуру (*A*); якість медичних послуг (*B*); задоволеність пацієнтів (*C*); залучення персоналу (*D*); інновації в медичних технологіях (*E*); ефективність управління ресурсами (*F*); доступність медичних послуг (*G*); репутація госпітального округу (*H*); фінансова підтримка (*I*); зниження смертності (*J*).

Між зазначеними складовими проєктного середовища існують різні види зв'язків. Зокрема, позитивний вплив відображається як «+», а негативний вплив позначається як «-». Зв'язок з полярністю «+» вказує на те, що зі збільшенням або зменшенням кількісного значення однієї складової проєктного середовища змінюється інша складова проєктного середовища. Тобто, обидві складові проєктного середовища змінюються в одному напрямку. Наприклад, збільшення інвестицій в медичну інфраструктуру (*A*) призводить до підвищення якості медичних послуг (*B*). Зв'язок з полярністю «-» вказує на те, що збільшення однієї змінної викликає зменшення іншої змінної і навпаки. Тобто, змінні змінюються в протилежних напрямках. Наприклад, збільшення інвестицій в медичну інфраструктуру (*A*) призводить до зменшення фінансової підтримки (*I*), якщо ресурси перерозподіляються. Для відображення двостороннього зв'язку використано червоні лінії, які вказують на взаємодію між двома складовими проєктного середовища. При цьому наявний вплив у обох напрямках. Наприклад,

взаємодія між доступністю медичних послуг (G) та інноваціями в медичних технологіях (E).

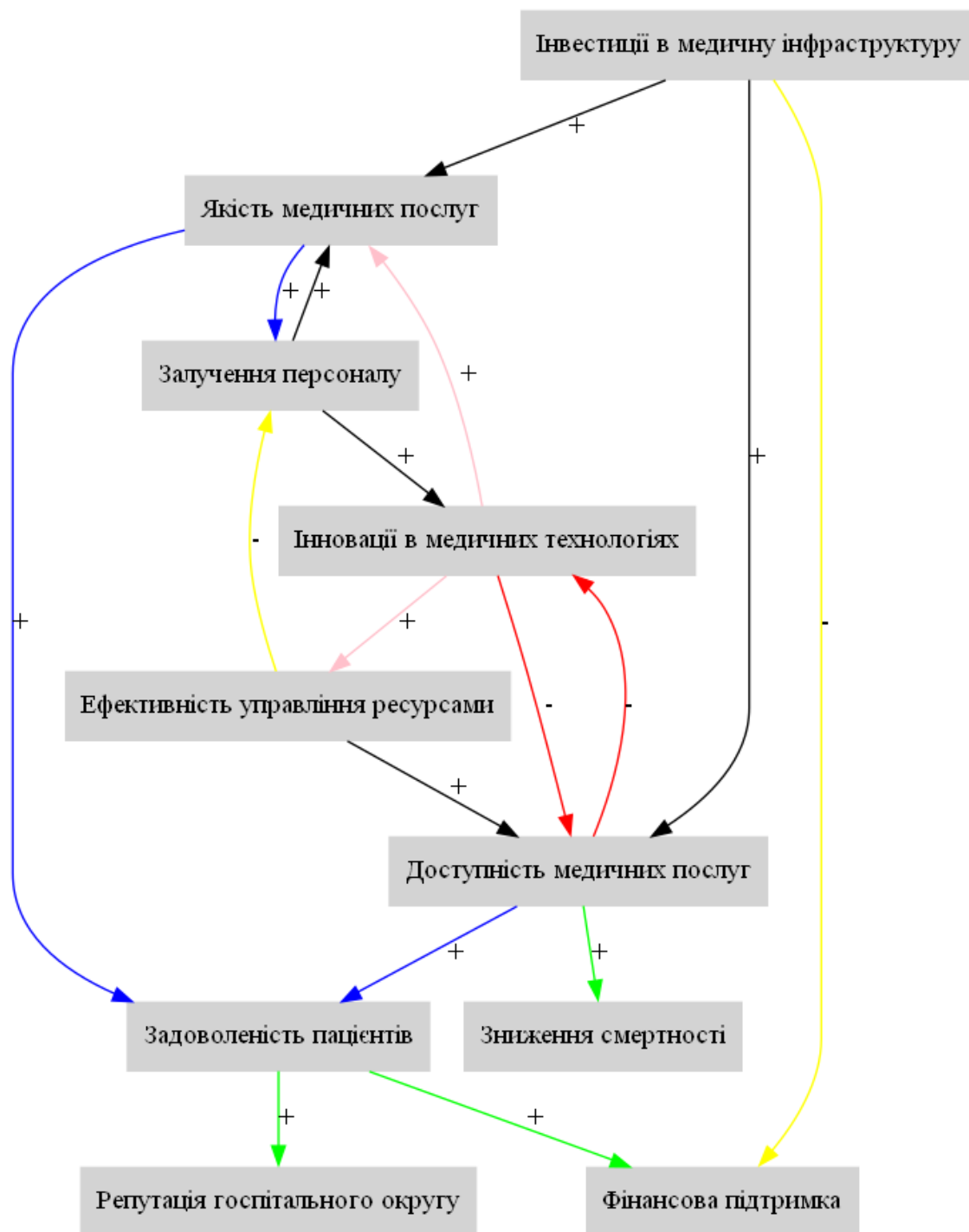


Рисунок 2.9 – Діаграма причинно-наслідкових синергетичних зв'язків між складовими проектного середовища проектів розвитку госпітальних округів

Окрім того передбачено кольорове кодування взаємозв'язків між складовими проектного середовища. Чорні, сині, зелені, ультрамаринові та рожеві стрілки

характеризують загальні складові проєктного середовища, які змінюються в одному напрямку. Водночас, жовті стрілки характеризують негативний вплив, складові проєктного середовища змінюються в протилежних напрямках.

Характеристику окремих взаємозв'язків між складовими проєктного середовища проєктів розвитку госпітальних округів представлено у табл. Д.1 (додаток Д).

Запропонована схема дозволяє наочно побачити взаємозв'язки між основними складовими проєктного середовища, що впливають на реалізацію проєктів розвитку госпітальних округів. Окрім того, вона використовується для прийняття управлінських рішень щодо стратегічного планування проєктів розвитку госпітальних округів. Розробка стратегії розвитку госпітальних округів повинна враховувати всі вище означені взаємозв'язки між складовими проєктного середовища та їх вплив на якість, доступність і ефективність медичних послуг. Це дозволить забезпечити збалансований розвиток і задоволення потреб пацієнтів регіону, у якому функціонує госпітальний округ.

2.8. Використання методів машинного навчання для аналізу характеристик проєктів розвитку госпітальних округів

Під час аналізу характеристик проєктів розвитку госпітальних округів використовуються різні методи машинного навчання (рис. 2.10). Зокрема, кластеризація (наприклад, K-means, Hierarchical Clustering та Gaussian Mixture Models) для групування схожих проєктів за їх характеристиками. K-means кластеризація є одним з найпоширеніших і простих методів кластеризації, який розділяє дані на кластери на основі їх відстані від центроїдів. Використовується для групування проєктів розвитку госпітальних округів на основі числових характеристик, таких як бюджет, тривалість, вплив на цінність тощо.

Метод Hierarchical Clustering (Ієрархічна кластеризація) забезпечує формування ієрархії кластерів шляхом послідовного злиття або роз'єднання

кластерів. Підходить для випадків, коли кластери можуть мати складну структуру і можуть бути представлені у вигляді дерева. Метод Gaussian Mixture Models (GMM) передбачає моделювання кожного кластера як розподілу Гауса зі своїми параметрами (середні та коваріаційні матриці). Використовують для випадків, коли припускається, що дані про проекти розвитку госпітальних округів є змішаними (тобто належать до декількох розподілів Гауса). Він ідеально підходить для аналізу проектів розвитку госпітальних округів із різними типами характеристик.



Рисунок 2.10 – Використання методів машинного навчання для аналізу характеристик проектів розвитку госпітальних округів

Класифікацію (наприклад, Random Forest, SVM, GBM) використовують для прогнозування цінності проектів розвитку госпітальних округів на основі історичних даних. Random Forest (Випадковий ліс) є ансамблевим методом машинного навчання, який передбачає використання декількох дерев рішень для прогнозування. Використовується для класифікації проектів розвитку госпітальних округів на основі історичних даних щодо їх характеристик, таких як бюджет, тривалість, очікувана цінність, вплив на медичні послуги та інші фактори. Support Vector Machine (SVM) є методом навчання з учителем для аналізу та класифікації

даних, який шукає оптимальну гіперплощину для розділення даних у просторі ознак. Проектні менеджери його використовують для прогнозування цінності проектів на основі їх характеристик, зокрема для визначення ймовірності успіху чи впливу на медичні послуги. Gradient Boosting Machines (GBM) також є ансамблевим методом, який поєднує декілька моделей (зазвичай дерев рішень) для підвищення точності прогнозування. Використовується для прогнозування і класифікації проектів розвитку госпітальних округів на основі великого обсягу історичних даних про їх характеристики та результати (цінність).

Використовують регресійний аналіз для оцінки впливу різних чинників проектного середовища на цінність проектів розвитку госпітальних округів. Лінійна регресія є простим методом, що полягає у побудові лінійної залежності між незалежними змінними (чинниками проектного середовища) та залежною змінною (цінність проектів). Використовується для визначення того, як різні чинники (наприклад, бюджет, тривалість проекту, кількість медичних закладів) впливають на цінність проектів розвитку госпітальних округів. Поліноміальна регресія розширює лінійну модель, дозволяючи моделювати нелінійні залежності між змінними. Використовується, коли взаємозв'язок між чинниками і цільовою змінною може бути складнішим, ніж проста лінійна залежність. Регресія з використанням дерев рішень або Random Forest передбачає використання дерев рішень або їх ансамблю для регресійного аналізу, що дозволяє моделювати складні взаємозв'язки між багатьма змінними. Підходить для випадків, коли важко визначити лінійні або нелінійні взаємозв'язки, але можна використовувати історичні дані для прогнозування цінності проектів розвитку госпітальних округів.

Кожен із означених методів має свої переваги і підходить для різних сценаріїв аналізу даних проектів розвитку госпітальних округів. Вибір конкретного методу залежить від обсягу даних, їхньої структури, а також від цілей та вимог аналітичного завдання.

2.9. Обґрунтування підходу та підготовка даних для навчання нейромережевої моделі прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування пацієнтів

Розглянемо основні етапи розробки моделі прогнозування тривалості тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей на основі використання нейронних мереж прямого зв'язку (рис. 2.11).



Рисунок 2.11 – Етапи розробки моделі прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей на основі використання нейронних мереж прямого зв'язку

Етап формування бази даних щодо лікування цукрового діабету у дітей є ключовим для успішної розробки моделі прогнозування тривалості стаціонарного лікування. Для цього слід зібрати достатній обсяг даних про процес лікування хворих дітей із цукровим діабетом за окремими атрибутами, що характеризують чинники, які зумовлюють тривалість життєвого циклу проекту стаціонарного лікування. Один із способів збору даних є використання даних електронної медичної документації (Electronic Medical Records, EMR) (рис. 2.12).

```

Date_hospitalization Date_discharge \
0 2014-09-05 14:50:00 2014-09-15
1 2014-08-11 14:10:00 2014-09-05
2 2014-08-09 17:15:00 2014-09-01
3 2014-08-20 11:15:00 2014-09-01
4 2014-08-18 18:50:00 2014-09-01

Department Date_birth \
0 Педіатрія 2010-06-22
1 Педіатрія 2009-08-15
2 Педіатрія 2009-06-28
3 Педіатрія 2003-08-27
4 Реанімація/Відділення анестезіології та інтенс... 2008-10-31

Residence Temperature Height \
0 Львівська обл.Пустомитівський р-н,с.Зубра,в.Са... 36.6 0.0
1 Львівська обл. м.Перемишляни вул. Калнишевсько... 36.6 0.0
2 Львівська обл.Самбірський р-н,с.Луки 36.7 114.0
3 Львівська обл. Яворівський р-н. м.Новояворівсь... 36.6 138.0
4 Львівська обл.м.Жовква.вул.Св.Трійці 35/10 36.8 0.0

Bed_days Human_gender weight In_hospital \
0 9 Ж 0.0 в плановому порядку
1 24 Ч 0.0 в плановому порядку
2 22 Ж 18.4 в плановому порядку
3 11 Ж 26.0 в плановому порядку
4 13 Ч 27.7 за терміновими показаннями

Condition Type_settlement Result Years
0 Цукровий діабет,тип 1.Вперше діагностований Село NaN 4
1 Цукровий діабет, тип 1, вперше виявлений. Місто NaN 4
2 Цукровий діабет,вперше виявлено Село NaN 5
3 Цукровий діабет, тип 1 Місто NaN 10
4 Цукровий діабет.тип 1,вперше виявлений . Місто NaN 5

```

Рисунок 2.12 – Фрагмент бази даних щодо стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей

За допомогою EMR можна отримати дані (рис. 2.12), які розподілені за атрибутами: 1) дата госпіталізації (Date_hospitalization); 2) дата виписування із лікарні (Date_discharge); 3) відділення лікування (Department); 4) дата народження пацієнта (Date_birth); 5) місце проживання (Residence); 6) температура пацієнта (Temperature); 7) ріст пацієнта (Height); 8) тривалість життєвого циклу проекту

стаціонарного лікування (Bed_days); 9) стать пацієнта (Human_gender) 10) вага пацієнта (Weight); 11) вид госпіталізації (In_hospital); 12) стан хвороби (Condition); 13) вид населеного пункту (Type_settlement); 14) результат лікування (Result).

Для збору та аналізу даних про лікування цукрового діабету у дітей використовували інтерактивне середовище програмування Jupyter Notebook. Воно дозволяє об'єднувати текст, код і результат виконання в єдиному документі. Використання Jupyter Notebook дозволяє проводити аналіз даних та візуалізацію результатів у зручному для розробника форматі та полегшити більш ефективну роботу із даними.

На етапі попередньої обробки даних було застосовано масштабування даних. Це є важливою процедурою перед тренуванням моделей нейронних мереж, щоб забезпечити однакову важливість кожного атрибута. Зокрема, було використано один із підходів до масштабування даних – нормалізація, або мінімальне масштабування. Цей підхід створюється в перетворених значеннях атрибутів таким чином, щоб вони були в межах від 0 до 1. Формула мінімального масштабування даних для кожного атрибута X_i має вигляд:

$$X'_i = (X_i - \min(X_i)) / (\max(X_i) - \min(X_i)), \quad (2.26)$$

де X_i – поточне значення атрибута; $\min(X_i)$ – мінімальне значення атрибута в даних, $\max(X_i)$ – максимальне значення атрибута в даних, X'_i – масштабоване значення атрибута.

Крім того, було застосовано кодування категоріальних змінних за допомогою one-hot encoding, щоб перетворити їх у числові дані, які можна використовувати в моделях нейронних мереж. Для кожного унікального значення категоріальної змінної створюється окрема бінарна змінна. Якщо категоріальна змінна має N унікальних значень, то після застосування one-hot encoding також створюється N бінарних змінних. Кожна з цих змінних має значення 1, якщо відповідне значення є унікальним для даних, і 0, якщо воно не використано. Наприклад, якщо ми маємо категоріальну змінну «стать пацієнта (Human_gender)» із двома унікальними

значеннями («Ж» та «Ч»), то після застосування one-hot encoding ми отримуємо дві бінарні зміни, де 1 вказує на жіночу стать пацієнта, а 0 на чоловічу стать пацієнта.

Для попередньої обробки даних використано спеціальну бібліотеку Scikit-Learn мови програмування Python.

Очищення даних вважають важливим кроком перед створенням моделей нейронної мережі, щоб уникнути використання некоректних або ж врахування відсутніх даних. Для очищення даних можна використовувати різні методи, такі як видалення рядків із пропущеними значеннями, заповнення пропущених значень середнім або серединним значенням, а також видалення дублікатів рядків. Для заповнення пропущених значень можна використовувати метод fillna(), який дозволяє заповнювати пропущені значення в колонках даних за заданим критерієм, наприклад, середнім значенням чи медіаною. У результаті виконання цього етапу здійснено підготовку даних, фрагмент яких подано у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Фрагмент підготовлених даних для прогнозування тривалості стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей на основі використання нейронних мереж прямого зв'язку

Patient	Department	Temperature	Height	Humangender	Weight	Inhospital	Condition	Typesettlement	Result	Years	Bed_days
–	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	Y_1
3	0	36.6	138.0	0	26.0	0	6	0	3	10	11
6	0	36.6	103.5	0	19.4	0	6	1	3	4	13
7	0	36.6	173.0	1	49.0	0	6	0	3	14	6
...
12	0	36.6	111.0	1	17.4	0	6	0	3	6	8
18	1	36.6	139.0	0	31.7	1	6	0	3	9	7

На наступному етапі визначаються вхідні параметри моделі прогнозування тривалості стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей на основі використання нейронних мереж прямого зв'язку. Цей крок полягає у виборі атрибутів, які найбільше корелюють з цільовою ознакою «Bed_days», за допомогою кореляційної матриці. Для кожного вхідного чинника X_i (згідно з табл. 3.3) знаходимо їх середнє значення:

$$\bar{X}_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{ij}, j = 1, m. \quad (2.27)$$

Після цього розраховується кореляційна матриця K_{ij} , елементи якої визначаються за формулою:

$$K_{ij} = \frac{\text{cov}(X_{ij}, Y_1)}{\sigma(X_{ij}), \sigma(Y_1)}, \quad (2.28)$$

де $\text{cov}(X_{ij}, Y_1)$ – коваріація між вхідними чинниками X_{ij} та цільовою ознакою Y_1 .

Коваріація між вхідним чинником X_{ij} та цільовою ознакою Y_1 визначається за формулою:

$$\text{cov}(X_{ij}, Y_1) = \frac{1}{N-1} \sum_{l=1}^N (X_{li} - \bar{X}_i)(X_{lj} - \bar{X}_j), i, j = 1, n, \quad (2.29)$$

Кореляційна матриця відображає зв'язки між атрибутами в наборі даних df . Для цільового атрибуту «Bed_days» було розраховано кореляцію з іншими атрибутами за формулою (2.28). Отримані результати представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати визначення кореляції цільового атрибуту «Bed_days» з іншими атрибутами

Атрибут	Коефіцієнт кореляції	Атрибут	Коефіцієнт кореляції
Department	0.003	In_hospital	0.118
Temperature	0.052	Condition	0.417
Height	0.18	Type_settlement	0.003
Human_gender	0.003	Result	0.050
Weight	0.2	Years	0.217

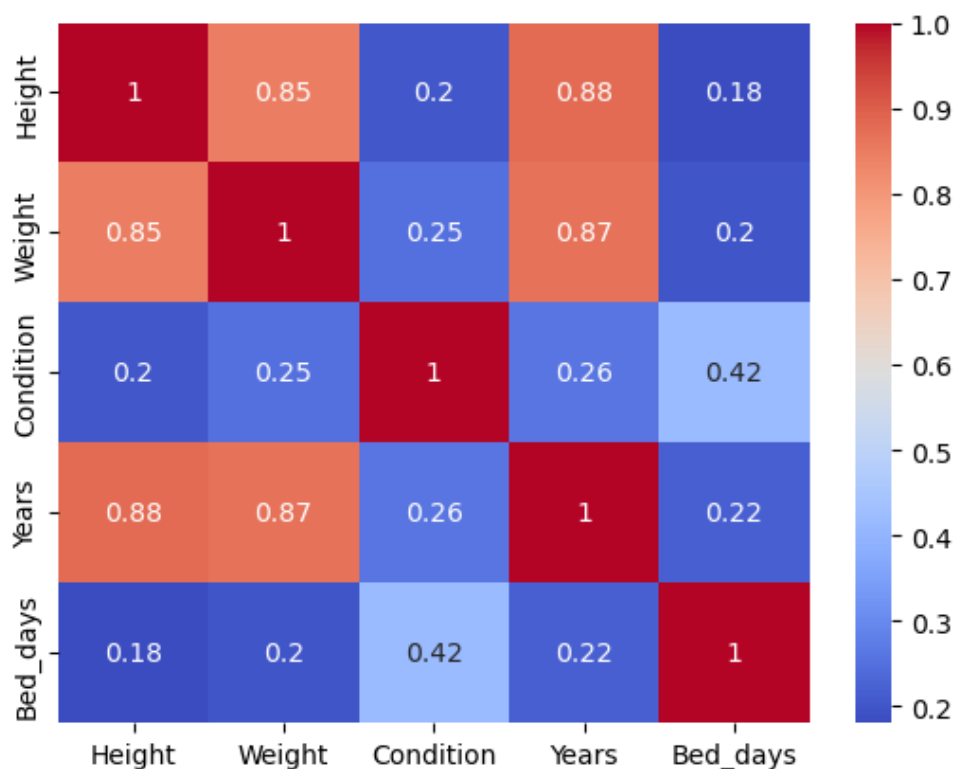


Рисунок 2.13 – Кореляційна матриця між факторними вхідними даними та цільовою ознакою «Bed_days»

Виходячи з даних таблиці 2.5, слід зазначити, що більшість атрибутів мають слабку кореляцію з атрибутом «Bed_days». Це свідчить про те, що їх не варто використовувати як вхідні параметри нейромережевої моделі. В результаті очищення даних ми побудували кореляційну матрицю у вигляді теплової діаграми, яка відображає вхідні параметри моделі (рис. 2.13).

2.10. Адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами функціонування та розвитку госпітальних округів

У сучасних умовах соціально-економічних змін та глобальних викликів, які стоять перед регіонами стосовно розвитку госпітальних округів. Управління проєктами ФРГО виявляється ключовим напрямом досягнення успіху та стратегічних цілей [119, 251, 256]. Однак, у зв'язку із зростаючою невизначеністю та змінами в проєктному середовищі, традиційні методи управління проєктами є

неефективними під час реалізації проєктів ФРГО. Нами пропонується використовувати адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами ФРГО, який має низку особливостей, що представлені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Особливості використання адаптивно-ціннісного підходу до проєктами ФРГО

Критерій	Характеристика
1	2
Спрямованість на реальні потреби населення, що проживає у зоні дії госпітальних округів	Адаптивно-ціннісний підхід дозволяє активно залучати медичний персонал та пацієнтів до процесу управління проєктами, враховуючи їх потреби, цінності та переваги. Це сприяє створенню ініціатив, які відповідають вимогам та очікуванням мешканців госпітальних округів.
Гнучкість	Адаптивно-ціннісний підхід дає можливість швидко реагувати на зміни у сфері охорони здоров'я та адаптувати виконання робіт та формування продуктів проєкту до існуючого стану проєктного середовища.
Активність населення	Враховання цінності для стейкхолдерів та потреб населення, що сприяє більш активній його участі у обговоренні та формуванні бажаних продуктів проєктів у сфері охорони здоров'я.
Сталість результатів	Адаптивно-ціннісний підхід дозволяє забезпечити тривалий позитивний ефект від продуктів проєктів, зосереджуючись на довгострокових результатах та сталому розвитку госпітальних округів. Зосередження на цінності продукту проєкту для стейкхолдерів, що забезпечує сталість розвитку госпітальних округів.
Інновації та зміни	госпітальних округів, що дозволяє більш ефективно враховувати потреби місцевого населення та розвивати систему охорони здоров'я.
Управління	Адаптивно-ціннісний підхід сприяє підвищенню ефективності управління проєктами ФРГО, завдяки

1	2
	<p>пріоритетам цінності та доцільності змін за мінливості проєктного середовища, що усуває фокусування на досягненнях конкретних цілей та результатів.</p>
Інвестиції	<p>Успішні проєкти на базі адаптивно-ціннісного підходу можуть залучити більше інвестиційної та фінансової підтримки за рахунок підкреслення значущості та доцільності продукту для госпітальних округів із використанням сучасних цифрових технологій.</p>
Співпраця та взаємодія	<p>Адаптивно-ціннісний підхід стимулює співпрацю між стейкхолдерами, що сприяє обміну ідеями, ресурсами та найкращими практиками для досягнення спільних цілей у сфері охорони здоров'я завдяки використанню сучасних цифрових технологій.</p>
Ризики	<p>Адаптивне управління проєктами дозволяє більш ефективно виявляти, оцінювати та управляти ризиками, після завершення процесу спрямованого на пошук і вирішення наявних задач у госпітальних округах.</p>
Ресурси	<p>Адаптивно-ціннісний підхід забезпечує оптимізацію використання ресурсів, узгодження їх із змістом проєктів, прогнозування цінності для стейкхолдерів, а також, на відміну від існуючих підходів, не передбачає виконання адміністративного управління ресурсами.</p>

Адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами ФРГО відповідає сучасним викликам і може сприяти більш успішному досягненню результатів – створенню продуктів, які відповідають потребам і цінностям стейкхолдерам. В цілому, адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами ФРГО забезпечує врахування невизначеності та ризиків, що властиві проєктам розвитку, що забезпечує досягнення цілей та створення максимальної цінності для населення.

Запропонований адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами ФРГО

передбачає 14 кроків, які відображають вище означені особливості. Між цими етапами існують взаємозв'язки, які системно зумовлюють визначення цінності із врахуванням мінливого проєктного середовища (рис. 2.14).

Управлінський процес аналізу проєктного середовища та опитування мешканців на території госпітального округу і стейкхолдерів є одним із ключових етапів адаптивно-ціннісного підходу до управління відповідними проєктами ФРГО. Саме цей етап дозволяє зрозуміти потреби, цінності та очікування населення та інших стейкхолдерів, а також оцінити та врахувати мінливість проєктного середовища. Основними особливостями виконання цього етапу є:

1. Детальний аналіз складових проєктного середовища (A_{nc}) забезпечує вивчення всіх складових, які можуть вплинути на реалізацію проєктів ФРГО. При цьому виконується системно-чинниковий аналіз, що передбачає аналіз та синтез таких груп чинників цінності реалізації проєкту:

$$A_{nc} = f(Y, E_k, C, P, T_l, E_l), \quad (2.30)$$

де A_{nc} – процес детального аналізу складових проєктного середовища; Y – управлінська група чинників цінності проєкту; E_k – економічна група чинників цінності проєкту; C – соціокультурна група чинників цінності проєкту; P – політична група чинників цінності проєкту; T_l – технологічна група чинників цінності проєкту; E_l – екологічна група чинників цінності проєкту.

2. Аналіз інтересів та вигод стейкхолдерів (A_{sc}) дає можливість взяти до уваги погляди та інтереси різних стейкхолдерів, таких як мешканці на території госпітального округу, бізнес-спільнота, громадські організації, місцеві органи влади тощо. Забезпечення їхньої участі в опитуванні та обговоренні ідей розвитку госпітальних округів допоможе створити більш об'єктивну картину потреб і вимоги до їх цінності.

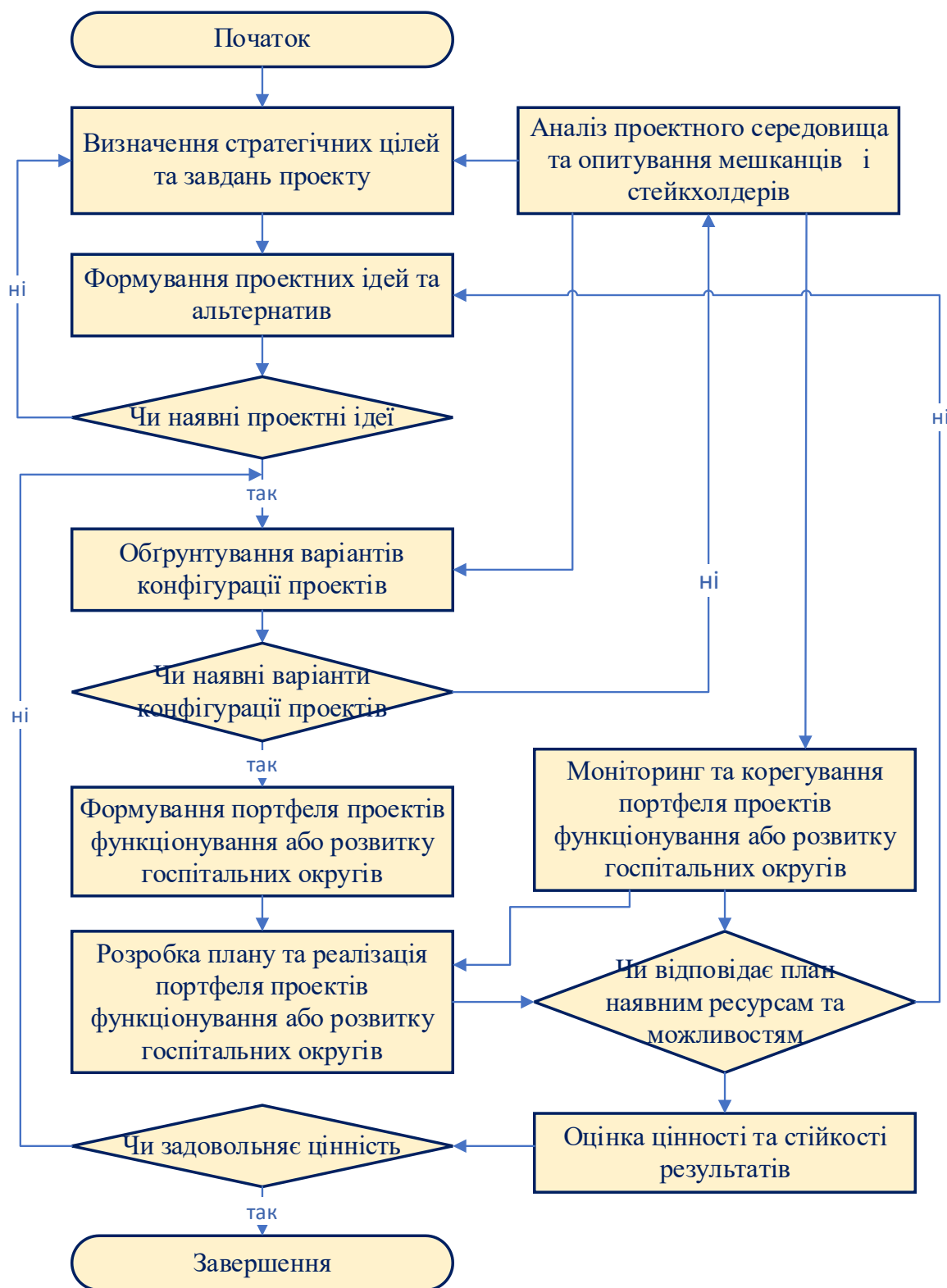


Рисунок 2.14 – Алгоритм використання адаптивно-ціннісного підходу до управління проектами ФРГО

3. Вибір методів збору інформації та дослідження проектного середовища ($B_{мс}$) забезпечує виконання процесу збору інформації, використовуючи різні

методи, такі як опитування різних фокус-групи, інтерв'ю, аналіз документів, спостереження тощо. Важливо обрати ті методи, які найкраще відповідають конкретним завданням і забезпечують високу об'єктивність в умовах заданих госпітальних округів.

4. Збір якісної інформації ($Z_{яі}$) під час аналізу проєктного середовища забезпечує формування не тільки якісних баз даних, але й отримання з них якісної інформацію, яка допоможе зрозуміти особливості проєктного середовища, вимоги до цінності та мотивацію стейкхолдерів.

Отже, на етапі I адаптивно-ціннісного управління проєктами ФРГО виконується управлінський процес аналізу проєктного середовища та опитування мешканців, який має наступні складові:

$$Stage_I \in (A_{nc}, A_{ec}, B_{mc}, Z_{яі}), \quad (2.31)$$

Для виконання етапу I адаптивно-ціннісного управління проєктами ФРГО існує потреба у використанні наступного інструментарію:

1. Анкети для опитування, що дозволяють зібрати кількісні дані про стан проєктного середовища та з них отримати інформацію про цінність, потреби та погляди мешканців і стейкхолдерів. Вони можуть бути розроблені у вигляді структурованих анкет або онлайн-форм;

2. Використання фокус-груп дозволяє отримати якісну інформацію для глибшого розуміння поглядів та думок мешканців і стейкхолдерів. Вони можуть бути проведені у форматі обговорень з невеликою групою мешканців і стейкхолдерів.

3. Дослідження наявних статистичних та звітних документів, що забезпечує отримання важливої інформації про наявні зміни проєктного середовища та тенденції зміни його складових.

4. Використання геоінформаційних систем (ГІС) дозволяє візуалізувати географічні дані та аналізувати їх вплив на проєкти ФРГО.

5. Статистичні та аналітичні програмні продукти використовують для обробки та аналізу даних про мінливе проєктне середовище.

Використання зазначеного інструментарію на етапі аналізу проєктного

середовища та опитування стейкхолдерів є важливим кроком для збору об'єктивної та точної інформації, яка потрібна для виконання наступних процесів адаптивно-ціннісного управління проектами ФРГО.

Наступний етап передбачає визначення стратегічних цілей та завдань проектів ФРГО. Цей етап дозволяє чітко сформулювати мету проектів та завдання, які необхідно виконати для досягнення цієї мети. Основними особливостями виконання цього етапу є:

1. Стратегічне бачення (C_σ) є однією із складових, що забезпечує визначення стратегічних цілей. Це формує знання про те, яким чином проєкт сприятиме досягненню стратегічних цілей розвитку госпітальних округів. Саме цією складовою забезпечується врахування довгострокових планів та вимоги стейкхолдерів.

2. Чіткість і конкретність ($Ч_\kappa$) сформульованих цілей та завдань стосується кількісно їх вимірювання та досяжності для виконання оцінки під час реалізації проектів ФРГО.

3. Залучення стейкхолдерів ($З_c$) для формування стратегічних цілей дає можливість враховувати погляди та інтереси різних стейкхолдерів. Їхні думки та погляди можуть бути враховані в процесі визначення цілей та завдань.

Отже, на етапі II адаптивно-ціннісного управління проектами ФРГО виконується управлінський процес визначення стратегічних цілей та завдань проектів ФРГО, який має наступні складові:

$$Stage_II \in (C_\sigma, Ч_\kappa, З_c), \quad (2.32)$$

Для виконання етапу II адаптивно-ціннісного управління проектами ФРГО існує потреба у використанні наступного інструментарію:

1. SWOT-аналіз забезпечує виявлення сильних і слабких сторін під час оцінення взаємозв'язку стратегічних цілей, які зумовлюються впливом внутрішніх та зовнішніх чинників впливу проєктного середовища на проєкт.

2. Використання балансових карт допоможе застосувати їх для визначення стратегічних цілей та завдань проектів та встановити ключові показники

ефективності, що дозволяють виміряти досягнення цілей.

3. Матриця цілей та завдань забезпечує для кожної стратегічної цілі конкретні завдання, що забезпечує систематизацію та упорядкування вимог до проекту.

4. Аналіз потреб і очікувань стейкхолдерів забезпечує включення їх пропозиції під час визначення цілей та завдань проектів.

5. Бенчмаркінг дає можливість виконати порівняння запропонованих проектів з аналогічними проектами чи кращими практиками, що може допомогти сформуванню стратегічних цілей із врахуванням вимог та стандартів щодо ФРГО.

Використання зазначеного інструментарію на етапі визначення стратегічних цілей та завдань проектів ФРГО забезпечує врахування вимог стейкхолдерів щодо їх цінностей та потреб населення, а також сформуванню чіткі критерії оцінки виконання цих проектів.

На етапі формування проектних ідей та альтернатив завжди розглядається обмежена їх кількість, що є одним із вагомих елементів адаптивно-ціннісного підходу до управління проектами ФРГО. Цей етап дозволяє залучити різних стейкхолдерів до генерації ідей та альтернативних рішень для досягнення стратегічних цілей проекту. Основними особливостями виконання цього етапу є:

1. На етапі формування проектних ідей та альтернативного вибору використовують творчий підхід (T_n) до пошуку інноваційних рішень та можливостей для досягнення стратегічних цілей.

2. Залучення різних стейкхолдерів (Z_y), у тому числі населення на території госпітальних округів, експертів, щоб отримати різноманітні погляди та ідеї.

3. Пошук ідей повинен включати аналіз інновацій та передових практик (A_{im}) у госпітальних округах.

Отже, на етапі III адаптивно-ціннісного управління проектами ФРГО виконується управлінський процес формування проектних ідей та альтернатив, який має наступні складові:

$$Stage_III \in (T_n, Z_y, A_{im}). \quad (2.33)$$

Для виконання етапу III адаптивно-ціннісного управління проектами ФРГО існує потреба у використанні наступного інструментарію:

1. Брейнштормінг – інструмент, який дозволяє групі учасників генерувати без обмежень ідеї та пропозиції. Важливо створити відкрите та сприятливе середовище для обміну думками між учасниками генерування ідей та пропозицій.

2. Після брейнштормінгу необхідно відібрати найбільш перспективні ідеї, використовуючи критерії оцінки, що забезпечує скринінг ідей.

3. Використання SWOT-аналізу дає можливість порівняти сильні та слабкі сторони ідей, а також можливості та загрози їх реалізації.

4. Методологія TRIZ (теорія розв'язання винахідницьких завдань) використовується для стимулювання творчого мислення та пошуку інноваційних ідей.

5. На підставі аналізу сценаріїв виконується розгляд різних сценаріїв та альтернативних рішень, що дозволяє оцінити можливість наслідків і вибрати оптимальний сценарій реалізації проекту.

6. Також виконується оцінення впливу реалізації проектів на інші складові проектного середовища. При цьому важливо знизити можливий вплив ідей та альтернатив на громаду, екологію, економіку тощо.

Використання цього інструментарію дозволить забезпечити генерацію ідей та альтернатив, які відповідають стратегічним цілям проекту та підтримують інноваційний підхід до розвитку завдань розвитку госпітальних округів.

На наступному етапі IV виконується обґрунтування варіантів конфігурації проектів ФРГО, що є ключовим процесом в управлінні зазначеними проектами. Цей етап забезпечує виконання аналізу та оцінки різних варіантів реалізації проектів для вибору оптимального способу досягнення стратегічних цілей. Основними особливостями виконання цього етапу є:

1. Аналіз та оцінка різних варіантів конфігурації проектів ($A_{ок}$), які потребують використання різних видів та обсягів ресурсів, технологій, стратегій реалізації проектів ФРГО тощо.

2. Оцінка цінності ($O_{ц}$) забезпечує кількісне визначення вигоди для

стейкхолдерів за кожного із варіантів конфігурації проєктів ФРГО та порівняння їх за цінністю.

3. Оцінка ризиків (O_p) забезпечує для кожного із варіантів конфігурації проєктів ФРГО виконання аналізу та кількісного оцінення ризиків та обґрунтування протиризикових заходів.

4. Соціальна та екологічна оцінка (O_{ce}) забезпечує визначення соціальних та екологічних наслідків від реалізації проєктів ФРГО для окремих варіантів їх конфігурації.

Отже, на етапі IV адаптивно-ціннісного управління проєктами ФРГО виконується управлінський процес обґрунтування варіантів конфігурації проєктів, який має наступні складові:

$$Stage_IV \in (A_{ок}, O_{ц}, O_p, O_p). \quad (2.34)$$

Для виконання етапу IV адаптивно-ціннісного управління проєктами ФРГО існує потреба у використанні наступного інструментарію:

1. Використання фінансових моделей забезпечує визначення цінності, витрат, доходів, чистого прибутку та інших фінансових показників разом із системою ефективність кожного варіанту конфігурації проєктів.

2. Метод аналізу ієрархій (АНР) дозволяє порівняти різні альтернативи конфігурацій проєктів ФРГО на основі окремих критеріїв та ваг.

3. Аналіз соціального впливу є інструментом, який забезпечить оцінення окремих варіантів конфігурацій проєктів ФРГО на підставі соціальних досліджень, включаючи впливи на зайнятість та якість життя мешканців або оцінення інших складових зазначених проєктів.

4. Аналіз життєвого циклу (LCA) дозволяє отримати оцінення впливу продуктів проєктів ФРГО на оточуюче середовище за різних варіантів конфігурації зазначених проєктів.

5. Матриця прийняття рішень дає можливість для кожного із варіантів конфігурації проєктів ФРГО надати ваги за різними критеріями для подальшої оцінки їх за цими критеріями.

6. Чутливість аналізу дає можливість визначити, як зміни проектного середовища впливають на рішення щодо конфігурації проектів ФРГО, а також оцінити стійкість заданих варіантів до змін проектного середовища.

На підставі використання зазначеного інструментарію можна обґрунтувати вибір оптимального варіанту конфігурації проектів ФРГО, враховуючи мінливі складові проектного середовища (фінансові, екологічні, соціальні та інші), та забезпечити отримання максимальної цінності для населення та інших стейкхолдерів госпітальних округів.

На етапі V формування портфеля проектів розвитку госпітальних округів виконується процес вибору проектів у портфель для досягнення стратегічних цілей за обмеженого бюджету або ресурсів. Цей етап може бути підтриманий математичними моделями і методами, а також розробленими на їх основі алгоритмами та програмним забезпеченням, що забезпечують оптимізацію портфелів проектів та пришвидшують прийняття рішень. Основними особливостями виконання цього етапу є:

1. Першим кроком є формулювання обмежень (Φ_o), таких як бюджет, зміст, час, ресурси, цінність тощо. При цьому обмеження (Constraints), включають у себе умови, які повинні бути виконані під час формування портфелів проектів:

$$\sum(C_i \cdot X_i) \leq B_i, \quad (2.35)$$

де C_i – ресурси, необхідні для реалізації i -го проекту, X_i – вибраний i -й проект, B_i – обмеження на ресурси у i -му проекті.

2. Кожен із проектів оцінюється на основі різних критеріїв (O_k), таких як цінність, ризик, очікуваний прибуток тощо.

Розглянемо цінність для стейкхолдерів (Stakeholder Value), яку можна визначити за допомогою формули, яка враховує різні чинники проектного середовища, що впливають на вигоди стейкхолдерів від реалізації проектів розвитку госпітальних округів. При цьому можна використати формулу:

$$\text{Stakeholder Value} = \sum(W_i \cdot F_i), \quad (2.36)$$

де *Stakeholder Value* – загальна цінність для стейкхолдерів від реалізації портфеля

проектів розвитку госпітальних округів; W_i – вага (важливість) конкретного стейкхолдера, яка визначається на основі оцінення важливості та впливу стейкхолдера на проєкт; F_i – чинники (оцінка) впливу на конкретного стейкхолдера проєкту, що є числовим значенням або категорією, який показує на позитивні або негативні тенденції отримання вигод для стейкхолдерів.

Формулу (2.36) можна адаптувати під конкретний вид проєкту та його стейкхолдерів. При цьому значення W_i та F_i будуть визначатися на основі аналізу та оцінки впливу конкретних чинників на вигоди стейкхолдерів.

3. Формулювання цільової функції вибору проєктів ($\Phi_{цф}$), які мають бути включені в портфель проєктів розвитку госпітальних округів для максимізації цінності або оптимізації заданого критерію, наприклад, ризику, прибутку чи ефективності. Цільова функція (Objective Function) виглядає як функція, яка максимізує або мінімізує суму вагових оцінок проєктів:

$$Z = \sum(W_i \cdot P_i), \quad (2.37)$$

де Z – значення цільової функції; W_i – вага проєкту; P_i – оцінка проєкту.

Вага проєкту (W_i) у цільовій функції для вибору проєктів у портфелі може представляти значущість або вагомість кожного проєкту у відношенні до заданого критерію або мети портфеля. Використовують такі критерії, як максимізація цінності, мінімізація ризику, максимізація прибутку, чи оптимізація ефективності. Цей показник може бути визначеним за допомогою аналітичних методів, таких як аналіз чутливості, аналіз ризику, метод аналізу ієрархій або інших моделей. Наприклад, вагу проєкту (W_i) можна призначити на підставі кількісних метрик, таких як показник прибутку, ризику або внутрішньої норми прибутку (IRR).

За допомогою математичних методів оптимізації (наприклад, диференціально-символьне, лінійне, цілочисельне та динамічне програмування) визначається оптимальний склад портфеля проєктів розвитку госпітальних округів, який задовольняє обмеження та максимізує (мінімізує) цільову функцію. На основі результатів оптимізації вибирається оптимальний портфель проєктів для реалізації на території госпітального округу.

Отже, на етапі V адаптивно-ціннісного управління проектами ФРГО виконується управлінський процес вибору проектів у портфель розвитку госпітальних округів, який має наступні складові:

$$StageV \in (\Phi_o, O_k, \Phi_{цф}). \quad (2.38)$$

На наступному етапі VI, що стосується процесів розробки плану та реалізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів, розробляються плани і графіки, підбираються ресурси та виконавці, і відбувається фактичне виконання проектів. Основними особливостями виконання цього етапу є:

1. Кожен проект у портфелі потребує власного плану (P_n), який включає в себе розподіл завдань, графік виконання, витрати, кількість ресурсів, потребу у виконавцях тощо.

2. Визначення потреби у ресурсах (B_n) дає можливість забезпечити те, що ресурси для кожного проекту, включаючи фінанси, людські ресурси, технології, матеріали тощо, задовольнятимуть вимоги до виконання окремих етапів та завдань.

3. Кожному завданню та етапу проекту призначається відповідний виконавець або команда (P_6), які відповідають за його виконання.

4. Розробка графіків і встановлення віх ($P_{зв}$) у життєвому циклі проектів забезпечує встановлення часових рамок для кожного проекту, включаючи дати початку і завершення, а також базових віх (критичні події або точки контролю).

5. Моніторинг і контроль (M_k) здійснюється впродовж реалізації проектів завдяки виконанню систематичного моніторингу та контролю відповідності плану реалізації проектів. Це дає можливість виявляти відхилення від плану проектів та приймати вчасні коригуючі заходи щодо змін у реалізації проектів.

6. Планування цінності та ризиків ($P_{цр}$) забезпечує проведення аналізу та кількісного оцінення цінності і ризиків, які можуть виникнути під час реалізації проектів, та розробка планів реагування на їх зміни.

7. Регулярно створювати звіти ($C_{зв}$) про хід реалізації проектів, які надсилаються стейкхолдерам і забезпечують прозорість та відповідальність.

Отже, на етапі VI адаптивно-ціннісного управління проектами ФРГО

виконується управлінський процес розробки плану та реалізації портфеля проєктів, який має наступні складові:

$$StageVI \in (P_n, B_n, P_{зв}, M_k, P_{уп}, C_{зв}). \quad (2.39)$$

Етап VI включає в себе детальне планування та реалізацію кожного проєкту в портфелі розвитку госпітальних округів з метою досягнення стратегічних цілей з максимальною цінністю для стейкхолдерів та оптимальним використанням ресурсів. На цьому етапі використовується інструментарій для ефективного планування, керування ресурсами, виконання процесів моніторингу та контролю проєктів. Існує потреба у використанні наступного інструментарію:

1. Використання спеціальних програм для проєктного менеджменту, наприклад Microsoft Project, Trello, Asana або Jira, дозволяє розробляти графіки проєктів розвитку госпітальних округів, відображати завдання, визначати критичні шляхи, інтегрувати командну роботу та генерувати звіти.

2. Використання комп'ютерних програм для фінансового планування та обліку бюджетів кожного проєкту, а також визначення фінансових результатів та оцінення цінності для стейкхолдерів. З метою врахування особливостей проєктного середовища окремих видів проєктів існує потреба у розробленні такого інструментарію.

3. Для ефективного управління людськими, матеріальними та іншими ресурсами наявні спеціальні інструменти для ресурсного планування, які допомагають визначати потреби у ресурсах, розподілити та спостерігати за їх використанням. Для цього використовують системи ERP, такі як SAP, Oracle, Microsoft Dynamics, які дозволяють ефективно використовувати матеріальні і фінансові ресурси. Також використовують системи управління проєктами (Project Management Software), такі як Microsoft Project, Asana, Trello. Ці системи дозволяють призначати завдання командам і виконавцям, визначати терміни виконання та відстежувати виконання окремих етапів проєктів.

4. Для ідентифікації, оцінки та управління ризиками під час реалізації проєктів застосовуються спеціальні інструменти, до яких належать:

- Матриця ризиків (Risk Matrix) – це інструмент для визначення

ймовірності та впливу ризиків на проєкти. Ризики поділяються на категорії та оцінюються за окремою шкалою вірогідності їх виникнення;

- Аналіз сценаріїв (Scenario Analysis) – цей інструмент дозволяє проаналізувати різні сценарії розвитку подій та їх вплив на проєкти. Він також забезпечує розроблення плану дій у разі виникнення ризикованих ситуацій;

- Системи трекінгу ризиків (Risk Tracking Systems) можуть вести облік ризиків, їх статус та заходи, вжиті для їх усунення. Вони можуть надавати звіти та сповіщення про зміни в стані ризиків;

- Математичні моделі ризиків (Risk Models) використовують для прогнозування ризиків та їх впливу на результати проєктів. Наприклад, моделі симуляції або статистичні моделі для аналізу ризиків;

- Аналіз ризиків із використанням інструменту Cost Risk Analysis дозволяє знизити ризики при оцінці вартості проєкту. Він виявляє, які ризики можуть вплинути на бюджет та дає можливість розширення додаткових резервів, як реакції на ризики.

Вибір інструментарію на цьому етапі полягає в тому, щоб забезпечити системну організацію та контроль реалізації проєктів, забезпечити доступ до важливої інформації та спростити процес прийняття рішень для кращої ефективності та досягнення стратегічних цілей госпітальних округів.

На наступному етапі VII моніторингу та корегування портфеля проєктів розвитку госпітальних округів забезпечується постійний нагляд за ходом виконання проєктів, змінами у їх проєктному середовищі, а також оцінюється їх відповідність стратегічним цілям і завданням. Цей етап має на меті забезпечити ефективне виконання проєктів розвитку госпітальних округів, вчасне виявлення змін та небажаних відхилень від виконання проєктів і можливостей для корегування, а також можливостей максимізації цінності для населення. Основними особливостями виконання цього етапу є:

1. На початку етапу моніторингу фіксуються ключові показники цінності для стейкхолдерів (P_{ic}) та відстежуються під керівництвом проєктного менеджера чи проєктного офісу. Це включає в себе перевірку виконання, витрат, якості

отриманих результатів виконання робіт і формування продуктів проєктів розвитку госпітальних округів.

2. На цьому етапі постійно проводиться оцінка ризиків (A_p), які можуть виникнути в ході виконання проєктів, а також можливостей для вдосконалення. Виявлені ризики можуть вплинути на затримки в графіку виконання робіт, збільшення витрат тощо.

3. Для ефективного моніторингу виконання проєктів виконують збір даних та аналітику (Z_{da}) стану проєктів і проєктного середовища. Для цього можуть використовуватися автоматизовані системи, які збирають дані про витрати, виконання завдань і дані про результати формування продуктів проєктів.

4. Порівняння актуального стану проєктів з планами (Π_{cn}), щоб визначити відхилення. Якщо проєкт відстає від графіка або виходить за бюджет, необхідно коригування. На основі результатів моніторингу та аналізу обґрунтовуються заходи щодо корегування планів або змісту виконання проєктів. Це може включати зміни в графіку, перерозподіл ресурсів, заходи для зменшення ризиків або заходи для підвищення ефективності реалізації проєктів.

5. Регулярна звітність і комунікація (Z_k) з усіма стейкхолдерами є ключовою складовою на цьому етапі. Результати оцінення стану проєктів, наявні ризики та заходи для корегування повинні бути доступні для всіх стейкхолдерів.

6. За потреби виконується оновлення стратегії (O_c) розвитку госпітальних округів на основі нових знань та результатів моніторингу. Важливо здійснювати управління змінами, що дозволяє ефективно впроваджувати корективи та зміни під час реалізації проєктів.

Отже, на етапі VII адаптивно-ціннісного управління проєктами ФРГО виконується управлінський процес розробки плану та реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів, який має наступні складові:

$$StageVII \in (\Pi_{uc}, A_p, Z_{da}, \Pi_{cn}, Z_k, O_c). \quad (2.40)$$

Етап моніторингу та корегування портфеля проєктів розвитку госпітальних округів є постійним процесом, який сприяє досягненню успішних результатів та

адаптації до змін у проєктному середовищі. Інструментарій для етапу моніторингу та корегування портфеля проєктів розвитку госпітальних округів включає в себе різноманітні засоби та програмні рішення для збору, аналізу та управління даними про проєкти та їх стан проєктного середовища. До них належать:

- Системи управління проєктами (Project Management Software) – Microsoft Project, Jira, Trello або Asana, що дозволяють вести облік та моніторинг проєктів, встановлювати завдання, контролювати виконання графіків та витрати;

- Системи управління ризиками (Risk Management Software) – спеціалізовані програмні рішення, наприклад, RiskWatch, RiskMinds, що допомагають виявляти, оцінювати та вирішувати ризики на рівнях проєктів та їх портфелів. Вони можуть забезпечувати аналіз сценаріїв та моделювання ризиків;

- Дашборди та системи звітності (Dashboards and Reporting Systems) можна використовувати під потреби, що дають змогу візуалізувати дані про стан проєктів і ризики. Вони дозволять проєктним менеджерам та стейкхолдерам швидко оцінювати відхилення і приймати відповідні рішення;

- Аналітичні інструменти (Analytics Tools) для аналізу даних та виявлення тенденцій зміни складових проєктів та їх проєктного середовища. Це можуть бути програмні продукти для візуалізації та аналізу даних, такі як Tableau або Power BI;

- Системи управління портфелями (Portfolio Management Systems), що забезпечують централізоване управління портфелями проєктів, враховуючи стратегічні цілі, обмеження та пріоритети. Прикладами таких інструментів є Planview, Project Portfolio Management (PPM) тощо;

- Інструменти відстеження ресурсів (Resource Tracking Tools) забезпечують виконання процесів відстеження ресурсів, таких як людські, матеріальні та фінансові ресурси, та їх розподіл між окремими проєктами. До них належать ResourceGuru, Smartsheet;

- Інструменти для ресурсного планування (Resource Planning Tools) забезпечують визначення потреб у ресурсах, їх розподіл та спостереження за їх використанням у реальному часі. До них належать Clarizen.

Під час вибору інструментів слід враховувати те, що вони повинні

забезпечити ефективний моніторинг та корегування проєктів в портфелі розвитку госпітальних округів, щоб досягти стратегічних цілей та максимально збільшити цінність для стейкхолдерів.

2.11. Диференціально-символьний підхід до управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів

Для представлення особливостей запропонованого диференціально-символьного підходу до управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів нами побудовано його схему (рис. 2.15).



Рисунок 2.15 – Схема запропонованого диференціально-символьного підходу до управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів

Вона ілюструє основні етапи та компоненти запропонованого підходу до виконання управлінських процесів у проєктах функціонування та розвитку медичних закладів, які передбачають використання диференціальних рівнянь для опису динаміки зазначених проєктів, як окремої системи та використання символічних виразів для представлення параметрів та їх опису.

На схемі запропонованого диференціально-символьного підходу до управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів відображено вісім основних блоків. Насамперед, передбачається введення початкових даних (Data Input), що забезпечує збір та введення потрібних даних D про фінансові показники (бюджет, витрати тощо), часові показники (терміни реалізації проєктів та їх етапів тощо), ресурси (наявність медичного персоналу, обладнання тощо) та потреби у наданні послуг (кількість пацієнтів, види та потреби у окремих медичних послугах тощо):

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}, \quad (2.41)$$

де D – множина вхідних даних щодо реалізації проєктів; d_1, d_2, \dots, d_n – окремі види даних щодо складових проєктів функціонування або розвитку медичних закладів.

Наступний блок (Symbolic Expressions for Project Parameters) передбачає формування символічних виразів, які описують складові медичних проєктів та їх вплив на стан населення:

$$C(t) = c_0 + c_1 t + c_2 t^2, \quad (2.42)$$

$$R(t) = r_0 + r_1 t + r_2 t^2, \quad (2.43)$$

де $C(t)$ – витрати на реалізацію проєктів в часі t ; $R(t)$ – вигоди від проєкту в часі t ; t – тривалість реалізації проєктів.

Зазначені у виразах (2.42-2.43) показники реалізації проєктів функціонування та розвитку медичних закладів залежать від вхідних даних D :

$$C(t) = C(D, t), \quad (2.44)$$

$$R(t) = R(D, t). \quad (2.45)$$

Після цього передбачається блок (Differential Equations for Dynamics Modeling), який використовує диференціальні рівняння для математичного

моделювання динаміки змін у стані здоров'я населення на території громад та рівня розвитку медичних закладів:

$$\frac{dX(t)}{dt} = f(X(t), u(t), D), \quad (2.46)$$

де $X(t)$ – вектор стану системи, $u(t)$ – вектор управлінських впливів, D – початкові дані щодо реалізації проєктів.

Блок (Numerical Solution of Differential Equations (SciPy)) забезпечує чисельне розв'язання диференціальних рівнянь за використання відкритої бібліотеки SciPy із високоякісними науковими інструментами на мові програмування Python. Отже, диференціальні рівняння вирішуються числовими методами:

$$X(t) = \text{solve_ode}(f, X(0), t, u(t), D). \quad (2.47)$$

де *solve_ode* – функція для числового розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.

Блок (Optimization (SciPy)) також базується на бібліотеці SciPy, що забезпечує використання методів оптимізації для визначення оптимальної конфігурації проєктів функціонування та розвитку медичних закладів. Оптимізація параметрів проєкту з метою мінімізації витрат або максимізації вигод описується:

$$C(t) \min_{u(t)}, \quad (2.48)$$

$$R(t) \max_{u(t)}. \quad (2.49)$$

Ці функції витрат і вигоди залежать від результатів числового розв'язання рівнянь:

$$C(t) = C(X(t), u(t), D), \quad (2.50)$$

$$R(t) = R(X(t), u(t), D). \quad (2.51)$$

Наступний блок (Results Analysis and Visualization (Matplotlib)) передбачає проведення аналізу отриманих результатів та їх візуалізацію за допомогою бібліотеки Matplotlib на мові програмування Python. Результати оптимізації та моделювання візуалізуються для подальшого аналізу складових:

$$\text{Visualization}(C(t), R(t), X(t), u(t), D). \quad (2.52)$$

Блок (Selection of Optimal Scenario) забезпечує встановлення оптимальних сценаріїв реалізації проєктів функціонування та розвитку медичних закладів на основі аналізу отриманих результатів прогнозування їх показників та врахування стану складових проєктного середовища та існуючих обмежень. Вибирається оптимальний сценарій на основі аналізу результатів:

$$\text{Optimal Scenario} = \operatorname{argmax}_{u(t)} R(t) - C(t). \quad (2.53)$$

Останнім блоком (Report Generation and Recommendations) передбачається підготовка звітів стосовно аналізу отриманих результатів та розроблення рекомендацій для реалізації проєктів функціонування та розвитку медичних закладів. Формується звіт та рекомендації на основі отриманих результатів:

$$\text{Report} = \text{GenerateReport}(C(t), R(t), X(t), u(t), D). \quad (2.54)$$

Представлена схема (рис. 2.15) дає можливість окреслити етапи процесу диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів, а також демонструє потребу використання математичного моделювання, чисельного аналізу та оптимізації для визначення раціональної конфігурації зазначених проєктів. Подані формули (2.40-2.54) описують базові етапи диференціально-символьного підходу до управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів та взаємозв'язки між ними.

На основі представленої схеми запропонованого диференціально-символьного підходу до управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів у подальшому слід розробляти методи та моделі, які дадуть можливість підвищити точність та якість прийняття управлінських рішень під час реалізації зазначених проєктів.

Висновки до розділу 2

1. Запропонований адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами є основою ефективного функціонування та розвитку госпітальних округів, оскільки обґрунтованих 7 його принципів забезпечують гнучкість та адаптацію до мінливого проєктного середовища, орієнтацію на цінність стейкхолдерів та оптимізацію

ресурсів із врахуванням ризиків. Означені наукові основи адаптивно-ціннісного підходу до управління проектами функціонування та розвитку госпітальних округів передбачають виконання 5 груп управлінських процесів, які базуються на комбінуванні гнучкості проектного управління із врахуванням мінливого проектного середовища, орієнтації на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків. Адаптивно-ціннісне управління не лише відповідає на виклики сучасності для госпітальних округів, але й формує стратегічну основу для досягнення соціально-економічних цілей у сфері охорони здоров'я.

2. Формування бази даних про стан проектного середовища для створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів є етапом забезпечення ефективного виконання адаптивно-ціннісного управління відповідними проектами. Завдяки виконанню цього етапу створено умови для реалізації процесів моніторингу змін у проектному середовищі, оцінки потреби стейкхолдерів, а також визначення пріоритетів у розвитку медичних закладів та адаптації стратегії управління госпітальними округами. Запропоновано системно формувати базу даних про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів із 5 взаємодоповнюючих джерел, які дають можливість врахувати особливості та тенденції змін проектного середовища, а також адаптувати під ці зміни порядок створення та розвитку медичних закладів.

3. Використання методів обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проектів розвитку медичних закладів на території госпітальних округів є важливою складовою підвищення ефективності та забезпечення точності управлінських рішень. Сформульовано 4 базових науково-прикладних задачі, до яких належить прогнозування попиту на медичні послуги, класифікація медичних закладів за рівнем обслуговування, оптимізація розташування нових медичних закладів та прогнозування цінності від реалізації проектів, розв'язання яких дозволить точно оцінювати потреби населення та підвищити ефективність реалізації проектів. Запропоновано використовувати методи обчислювального

інтелекту, такі як нейронні мережі, генетичні алгоритми та алгоритми машинного навчання, що дасть можливість на історичних даних виявляти складні залежності між різними складовими проєктів і адаптувати їх відповідно до мінливого проєктного середовища госпітальних округів. Інтеграція обчислювального інтелекту в процеси адаптивно-ціннісного управління проєктами функціонування та розвитку госпітальних округів забезпечує підвищення успіху зазначених проєктів та покращення системи охорони здоров'я в госпітальних округах.

4. На підставі опису взаємозв'язків між складовими проєктного середовища розвитку госпітальних округів, встановлено що вони мають синергетичний характер, де кожен елемент впливає на інші, що підсилює загальний ефект від реалізації проєктів функціонування та розвитку медичних закладів. Використання методів машинного навчання для аналізу цих характеристик дозволяє виявляти приховані закономірності, оптимізувати розподіл ресурсів і підвищити ефективність управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів. Обґрунтування підходу для навчання нейромережевої моделі прогнозування тривалості стаціонарного лікування пацієнтів на основі цих даних є важливим етапом для підвищення точності прогнозів, що в кінцевому результаті сприяє більш ефективному управлінню медичними ресурсами та поліпшенню якості лікування.

5. Запропонований підхід до прогнозування тривалості стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей базується на використанні нейронних мереж прямого поширення і включає дев'ять етапів. Особливістю цього підходу є те, що формування баз даних та знань здійснюється на основі врахування особливостей проєктів стаціонарного лікування завдяки комп'ютерному аналізу історичних даних та виконанню симуляцій. Це забезпечує системний розгляд взаємозв'язків між факторами та тривалістю життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування пацієнтів. Описаний підхід є основою якісної підготовки даних та підвищує точність нейромережевих моделей для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.

6. Запропонований диференціально-символьний підхід до управління проектами функціонування та розвитку госпітальних округів забезпечує гнучкість і ефективність у прийнятті рішень, враховуючи мінливі проектне середовища та потреби зацікавлених сторін. У свою чергу, розроблений диференціально-символьний підхід базується на використанні диференціальних рівнянь та символічних обчислень для моделювання і аналізу складних динамічних систем, що забезпечує точний аналіз і прогнозування динаміки реалізації складових проектів функціонування та розвитку госпітальних округів, а також дає можливість ефективно розподіляти ресурси та мінімізувати ризики. Комбінація цих двох підходів до управління проектами функціонування та розвитку госпітальних округів лежить в основі розробки методів та моделей управління зазначеними проектами для стійкого розвитку медичних закладів госпітальних округів, підвищуючи якість отриманих продуктів та загальну ефективність управління, точність та якість прийняття управлінських рішень під час реалізації зазначених проектів.

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛІ І МЕТОДИ АДАПТИВНО-ЦІННІСНОГО УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЄКТІВ СТВОРЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ГОСПІТАЛЬНИХ ОКРУГІВ

3.1. Концептуальна модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів

З метою якісного виконання процесів управління портфелями проєктів створення госпітальних округів на підставі врахування стану мінливого проєктного середовища слід розробляти інструментарій, який забезпечує вирішення низки специфічних управлінських задач. Це зумовлює потребу у розробленні моделей, методів та алгоритмів, що забезпечують реалізацію зазначених управлінських процесів. Для виконання адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів насамперед слід розробити концептуальну модель (рис. 3.1).

Розроблення концептуальної моделі адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів виконувалося на підставі припущень:

1) окремий госпітальний округ створюється на заданій адміністративній території (район, область або регіон), що має обмежену територію та враховує чинні нормативно-законодавчі вимоги (забезпечує прибуття пацієнтів до багатопрофільних лікарень інтенсивного лікування до 60 хв, а радіус зони їх обслуговування не повинен перевищувати 60 км за наявних доріг із твердим покриттям);

2) на заданій території проживає обмежена чисельність пацієнтів, які потребують якісних послуг первинної та вторинної (спеціалізованої) медичної допомоги;

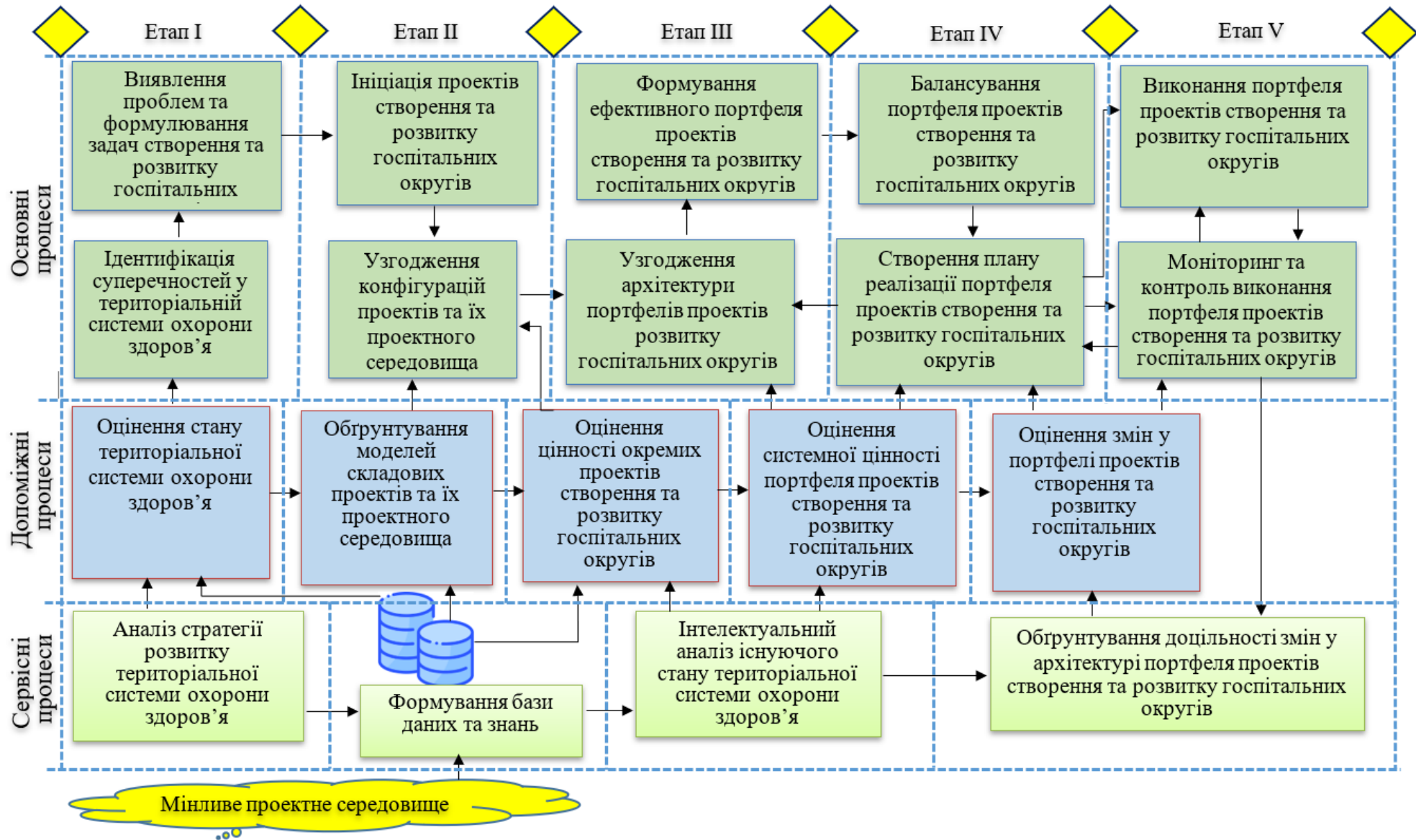


Рисунок 3.1 – Концептуальна модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проектів створення госпітальних округів

3) центром госпітального округу може бути окремий населений пункт із багатопрофільною лікарнею інтенсивного лікування 2-го рівня та населенням більше 40 тис. осіб;

4) окремі варіанти конфігурації мінливого проєктного середовища зумовлюють реалізацію обмеженої кількості проєктів реконструкції та створення лікарень інтенсивного лікування 1-го (надання меддопомоги для не менш як 120 тис. осіб) або 2-го рівня (надання меддопомоги для не менш як 200 тис. осіб), залежно від кількості мешканців;

5) наявність різних варіантів проєктів реконструкції та створення лікарень формує альтернативні варіанти архітектури портфелів проєктів створення госпітальних округів;

6) окремий варіант архітектури портфелів проєктів створення госпітальних округів включає обмежену кількість проєктів реконструкції та створення лікарень;

7) окремі проєкти реконструкції та створення лікарень, що входять до портфеля проєктів створення госпітальних округів, оцінюються на підставі виконання розрахунків показників їх цінності із врахуванням мінливого проєктного середовища;

8) для визначення показників цінності проєктів реконструкції та створення лікарень та системної цінності портфелів проєктів створення госпітальних округів розроблено моделі та методи, які враховують їх специфіку;

9) для виконання управлінських процесів узгодження конфігурації проєктів реконструкції та створення лікарень із конфігурацією їх проєктного середовища є розроблені методи, які враховують їх особливості;

10) процеси визначення ефективної архітектури портфеля проєктів створення госпітальних округів та їх балансування виконуються за результатами оцінення системної цінності для стейкхолдерів;

11) процеси створення плану реалізації портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів та його виконання є циклічними і виконуються на підставі обґрунтування доцільності змін у архітектурі портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів за зміни проєктного середовища.

Саме зазначена модель дає можливість змістовно відобразити структуру процесів адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів (PR_{PM}).

Особливістю запропонованої моделі є те, що вона відображає як основні (PR_{BA}) та допоміжні (PR_{AU}), так і сервісні (PR_{SE}) процеси адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів:

$$PR_{PM} = \{PR_{BA} \cup PR_{AU} \cup PR_{SE}\}, \quad (3.1)$$

де PR_{PM} – процеси адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів; PR_{BA} – основні процеси адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів; PR_{AU} – допоміжні процеси адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів; PR_{SE} – сервісні процеси адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів.

Основні процеси (PR_{BA}) адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів безпосередньо стосуються формування ефективних портфелів проєктів на підставі оцінення цінності та внесення змін у них за зміни проєктного середовища. У результаті виконання PR_{BA} отримують динамічні плани реалізації портфелів проєктів створення госпітальних округів із архітектурою, що забезпечує максимальну цінність та адаптованість під існуючий стан проєктного середовища (видів, кількості та динаміки захворюваності населення на заданій території, наявної лікарсько-матеріальної бази для обслуговування хворих, нормативно-законодавчої бази, обсягів фінансування реформ медичної сфери на заданій території тощо). До процесів PR_{BA} належать:

$$PR_{BA} : \Leftrightarrow \langle P_{IC}, P_{IP}, P_{CP}, P_{PR}, P_{PA}, P_{FP}, P_{BP}, P_{PI}, P_{ID}, P_{MC} \rangle, \quad (3.2)$$

де P_{IC} – ідентифікація суперечностей у територіальній системі охорони здоров'я; P_{IP} – виявлення проблем та формулювання задач створення та розвитку госпітальних; P_{CP} – узгодження конфігурацій проєктів та їх проєктного середовища; P_{PR} – ініціація проєктів створення та розвитку госпітальних округів;

P_{PA} – узгодження архітектури портфелів проєктів розвитку госпітальних округів;
 P_{FP} – формування ефективного портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів;
 P_{BP} – балансування портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів;
 P_{PI} – створення плану реалізації портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів;
 P_{ID} – виконання портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів;
 P_{MC} – моніторинг та контроль виконання портфеля проєктів.

Допоміжні процеси (PR_{AU}) адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів забезпечують виконання основних та лише сприяють їх виконанню і безпосередньої участі у формуванні планів реалізації портфелів проєктів створення госпітальних округів не беруть. До процесів PR_{AU} належать:

$$PR_{AU} : \Leftrightarrow \langle P_{AS}, P_{SM}, P_{AV}, P_{SV}, P_{AC} \rangle, \quad (3.3)$$

де P_{AS} – оцінення стану територіальної системи охорони здоров'я; P_{SM} – обґрунтування моделей складових проєктів та їх проєктного середовища; P_{AV} – оцінення цінності окремих проєктів створення та розвитку госпітальних округів; P_{SV} – оцінення системної цінності портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів; P_{AC} – оцінення змін у портфелі проєктів створення та розвитку госпітальних округів.

Сервісні процеси (PR_{SE}) адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів стосуються оцінення динамічного проєктного середовища, прогнозування його змін та доцільності змін у архітектурі портфелів проєктів створення госпітальних округів, що забезпечує виконання основних і допоміжних процесів зазначеного управління. До процесів PR_{SE} належать:

$$PR_{SE} : \Leftrightarrow \langle P_{DS}, P_{DK}, P_{IA}, P_{JA} \rangle, \quad (3.4)$$

де P_{DS} – аналіз стратегії розвитку територіальної системи охорони здоров'я; P_{DK} – формування бази даних та знань; P_{IA} – інтелектуальний аналіз існуючого стану територіальної системи охорони здоров'я; P_{JA} – обґрунтування доцільності змін у архітектурі портфеля проєктів.

Основною відмінністю між основними PR_{BA} , допоміжними PR_{AU} та обслуговуючими PR_{SE} процесами адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів є те, що результати виконання PR_{BA} системно забезпечують формування ефективних портфелів проєктів та за потреби виконання змін у їх архітектурі. Процеси PR_{AU} забезпечують визначення складових цінності як окремих проєктів створення госпітальних округів, так і системної цінності від реалізації їх у портфелі. Водночас, процеси PR_{SE} забезпечують оцінення наявного стану та прогнозування мінливих складових проєктного середовища як окремих проєктів створення госпітальних округів, так і системно для їх портфелів. Виконання процесів PR_{SE} дає можливість визначити тенденції зміни мінливого проєктного середовища, що лежить в основі адаптування конфігурації проєктів створення госпітальних округів із їх середовищем та відповідно забезпечення створення максимальної цінності для їх стейкхолдерів.

Запропонована концептуальна модель (рис. 2) передбачає системне виконання 5 етапів. На першому етапі виконуються управлінські процеси (PR_I), які забезпечують виявлення проблем та формулювання задач створення та розвитку госпітальних округів, що передбачає реалізацію процесів усіх рівнів, які взаємопов'язані між собою:

$$PR_I : \Leftrightarrow \langle (P_{DS}, P_{DK}) \rightarrow P_{AS} \rightarrow P_{IC} \rightarrow P_{IP} \rangle. \quad (3.5)$$

Управління портфелями проєктів створення та розвитку госпітальних округів розпочинається із сервісних процесів, до яких належать процеси аналізу стратегії розвитку територіальної системи охорони здоров'я (P_{DS}) та формування бази даних та знань (P_{DK}). Виконання процесу аналізу стратегії розвитку територіальної системи охорони здоров'я (P_{DS}) (Стратегії розвитку системи охорони здоров'я

держави та її адміністративних областей) виконується змістовний опис продуктів проєктів та потреби їх включення у портфелі створення госпітальних округів. При цьому здійснюється аналіз основних цінностей, які отримують стейкхолдери. Формування бази даних та знань (P_{DK}) виконується із статистичних даних окремих громад, районів та областей щодо захворювань населення та результатів його лікування. Це забезпечує отримання знань щодо мінливого проєктного середовища території, на якій створюється госпітальний округ. На підставі процесів P_{DS} та P_{DK} виконується допоміжний процес оцінення стану територіальної системи охорони здоров'я (P_{AS}) за показниками цінності. Він лежить в основі виконання основних управлінських процесів ідентифікації суперечностей у територіальній системі охорони здоров'я (P_{IC}), а також виявлення проблем та формулювання задач створення та розвитку госпітальних округів (P_{IP}). Процес P_{IC} виконується на підставі системно-чинникового аналізу територіальної системи охорони здоров'я із використанням розроблених моделей. Вони забезпечують встановлення причинно-наслідкових зв'язків між окремими групами чинників цінності створення та розвитку госпітальних округів та виявлення особливостей їх впливу. Окрім того, результати процесу P_{IC} забезпечують встановлення наявних суперечностей між цінністю окремих стейкхолдерів, які лежать в основі формулювання існуючих проблем та задач для заданої території.

На другому етапі управління портфелями проєктів створення та розвитку госпітальних округів виконуються управлінські процеси (PR_{II}), які забезпечують узгодження конфігурацій проєктів та їх проєктного середовища:

$$PR_{II} := \langle P_{PR} \rightarrow P_{CP} \leftarrow (P_{SM} \cup P_{AV}) \leftarrow (P_{DK} \cup P_{IA}) \rangle. \quad (3.6)$$

На підставі результатів процесу виявлення проблем та формулювання задач створення та розвитку госпітальних округів (P_{IP}) здійснюється процес ініціації проєктів створення та розвитку госпітальних округів (P_{PR}). Під час виконання процесу P_{PR} слід обґрунтувати ознаки ідентифікації проєктів створення лікарень різних рівнів, які забезпечать створення цінності для стейкхолдерів із адаптацією

до специфічного їх проектного середовища. Окрім того, для виконання процесу узгодження конфігурацій проектів та їх проектного середовища P_{CP} слід мати результати сервісних процесів P_{DK} (наявність повної бази даних та знань), P_{IA} (характеристики існуючого стану територіальної системи охорони здоров'я), а також допоміжних процесів обґрунтування моделей складових проектів та їх проектного середовища (P_{SM}) та оцінення цінності окремих проектів створення та розвитку госпітальних округів (P_{AV}).

Результати процесу P_{PR} (можливі сценарії створення лікарень різних рівнів та варіанти реалізації проектів), а також допоміжних процесів P_{SM} (обґрунтовані моделі складових проектів та їх проектного середовища) та P_{AV} (індикатори цінності окремих проектів створення та розвитку госпітальних округів) забезпечують виконання процесу узгодження конфігурацій проектів та їх проектного середовища P_{CP} . Виконання зазначеного процесу потребує розроблення специфічного управлінського інструментарію, який враховує унікальність окремих видів проектів щодо створення лікарень різних рівнів, які мають свої специфічні об'єкти конфігурації та реалізуються у мінливому проектному середовищі, що зумовлює адаптацію до нього.

Основною гіпотезою цього інструментарію є те, що для заданої адміністративної території (району або області), яка характеризується прогнозованими обсягами окремих видів захворювань населення різних вікових груп, що потребує медичної допомоги на різних рівнях, завжди можна реалізувати проекти створення багатoproфільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня, які забезпечать бажану цінність для стейкхолдерів.

Конфігурація продуктів проектів створення лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня (вид та параметри лікарні, її територіальне розташування та пропускна спроможність тощо) зумовлюється цінністю від реалізації та існуючим бюджетом. При цьому виконання процесу узгодження конфігурацій проектів та їх проектного середовища P_{CP} потребує їх моделювання. Це дасть можливість визначити раціональні параметри об'єктів конфігурації (вид та

вмістимість лікарні, її територіальне розташування, матеріальні ресурси та кількість і кваліфікація медперсоналу тощо), які забезпечать отримання продуктів проєктів створення лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня із максимальною цінністю для стейкхолдерів.

Третій етап управління портфелями проєктів передбачає виконання низки управлінських процесів (PR_{III}), які забезпечують формування ефективного портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів:

$$PR_{III} : \Leftrightarrow \langle (P_{DK} \cup P_{IA}) \rightarrow (P_{SM} \cup P_{AV} \cup P_{CP} \cup P_{PA}) \rightarrow P_{FP} \rangle. \quad (3.7)$$

На підставі результатів сервісних процесів формування бази даних та знань P_{DK} , а також інтелектуального аналізу існуючого стану територіальної системи охорони здоров'я P_{IA} , виконуються додаткові процеси оцінення цінності окремих проєктів P_{AV} та системної цінності портфеля проєктів P_{SV} створення та розвитку госпітальних округів. Результати процесів P_{AV} та P_{SV} , а також основного процесу узгодження конфігурацій проєктів та їх проєктного середовища P_{CP} забезпечують виконання основного процесу узгодження архітектури портфелів проєктів розвитку госпітальних округів P_{PA} . Під час виконання зазначеного процесу виконується формування окремих варіантів архітектури портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів, кількість яких залежить від кількості можливих проєктів створення багатoproфільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня, які включено до складу зазначеного портфеля.

Результатом виконання основного процесу P_{PA} узгодження архітектури портфелів із конфігурацією проєктів створення багатoproфільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня є визначення таких їх видів та кількості, які за прогнозованого мінливого проєктного середовища забезпечать отримання максимальної цінності для стейкхолдерів. На підставі результатів процесу P_{PA} виконується основний процес формування ефективного портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів P_{FP} встановлюється множина проєктів (об'єктів архітектури портфеля) та їх пріоритети.

На четвертому етапі управління портфелями проєктів створення та розвитку госпітальних округів виконуються управлінські процеси (PR_{IV}), які забезпечують утворення плану реалізації зазначеного портфеля:

$$PR_{IV} : \Leftrightarrow \langle (P_{IA} \cup P_{JA}) \rightarrow (P_{SV} \cup P_{AC}) \rightarrow P_{BP} \rightarrow P_{PI} \rangle. \quad (3.8)$$

На підставі результатів сервісних процесів інтелектуального аналізу існуючого стану територіальної системи охорони здоров'я P_{IA} та обґрунтування доцільності змін у архітектурі портфеля проєктів P_{JA} виконуються додаткові процеси оцінення системної цінності портфеля проєктів P_{SV} та їх змін P_{AC} . Результати процесів P_{SV} та P_{AC} , а також основного процесу балансування портфеля проєктів P_{BP} забезпечують виконання основного процесу створення плану реалізації портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів P_{PI} . У результаті виконання основного процесу P_{PI} обґрунтовують плани виконання проєктів створення багатопрофільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня та їх портфеля. При цьому створення плану реалізації портфеля проєктів створення та розвитку госпітальних округів є динамічним процесом і він виконується циклічно із врахуванням змін мінливого проєктного середовища, що зумовлює доцільність змін у архітектурі портфеля проєктів та виконання відповідного додаткового процесу P_{AC} .

Завершальний п'ятий етап управління портфелями проєктів створення та розвитку госпітальних округів передбачає управлінські процеси (PR_V), які забезпечують виконання портфеля та його постійний моніторинг і контроль:

$$PR_V : \Leftrightarrow \langle P_{JA} \rightarrow P_{AC} \rightarrow P_{PI} \leftrightarrow P_{MC} \rangle. \quad (3.9)$$

На підставі результатів сервісного процесу обґрунтування доцільності змін у архітектурі портфеля проєктів P_{JA} виконується додатковий процес оцінення змін P_{AC} . Водночас на підставі основного процесу P_{PI} (плани виконання проєктів створення багатопрофільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня та їх портфелів) системно реалізуються процеси виконання портфеля проєктів P_{ID} та їх моніторинг і контроль P_{MC} .

Основний процес моніторингу та контролю портфелів проєктів створення та розвитку госпітальних округів забезпечує постійний моніторинг щодо мінливого проєктного середовища та фіксування його змін, які зумовлюють як цінності окремих проєктів створення багатопрофільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня, так і системної цінності їх портфеля. Окрім того, цей процес забезпечує якісний контроль виконання окремих проєктів портфеля та формування їх продуктів. За результатами основного процесу P_{MC} повертаються до сервісного процесу обґрунтування доцільності змін у архітектурі портфеля проєктів P_{JA} та додаткового процесу оцінення цих змін P_{AC} . За умови відхилення від запланованої цінності виконують основний процес P_{PI} коригування планів виконання проєктів створення багатопрофільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня та їх портфелів. Водночас, на підставі результатів процесу P_{PI} повертаються до процесу P_{PA} і виконують узгодження архітектури портфелів проєктів розвитку госпітальних округів.

3.2. Адаптивно-ціннісний метод ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів

Запропонований нами адаптивно-ціннісний метод ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів базується на використанні обчислювального інтелекту. Цей метод забезпечує визначення пріоритетних проєктів завдяки адаптації їх продукту до вимог стейкхолдерів та мінливого проєктного середовища, що лежить в основі створення максимальної цінності від реалізації зазначених проєктів. Метод використовує алгоритми обчислювального інтелекту для аналізу даних про пацієнтів окремих територій та медичні заклади регіону, що забезпечують визначення показників якості надання медичної допомоги (рівень смертності, захворюваності, інвалідності тощо), доступності до медичних послуг, а також цінності від реалізації

проектів та соціальної їх значимості. Запропонований метод передбачає виконання окремих взаємопов'язаних етапів (рис. 3.2).

Етап 1. Збір даних про стан мінливого проектного середовища. Збір даних для ініціації проектів створення та розвитку медичних закладів є важливим етапом, який дозволяє сформувати потрібну базу даних, яка пов'язана із реалізацією окремих видів проектів, що лежить в основі отримання інформації про існуючий стан мінливого проектного середовища. Для виконання зазначеного етапу використовують різні джерела отримання потрібних даних, які описано у п. 2.4 цієї роботи.

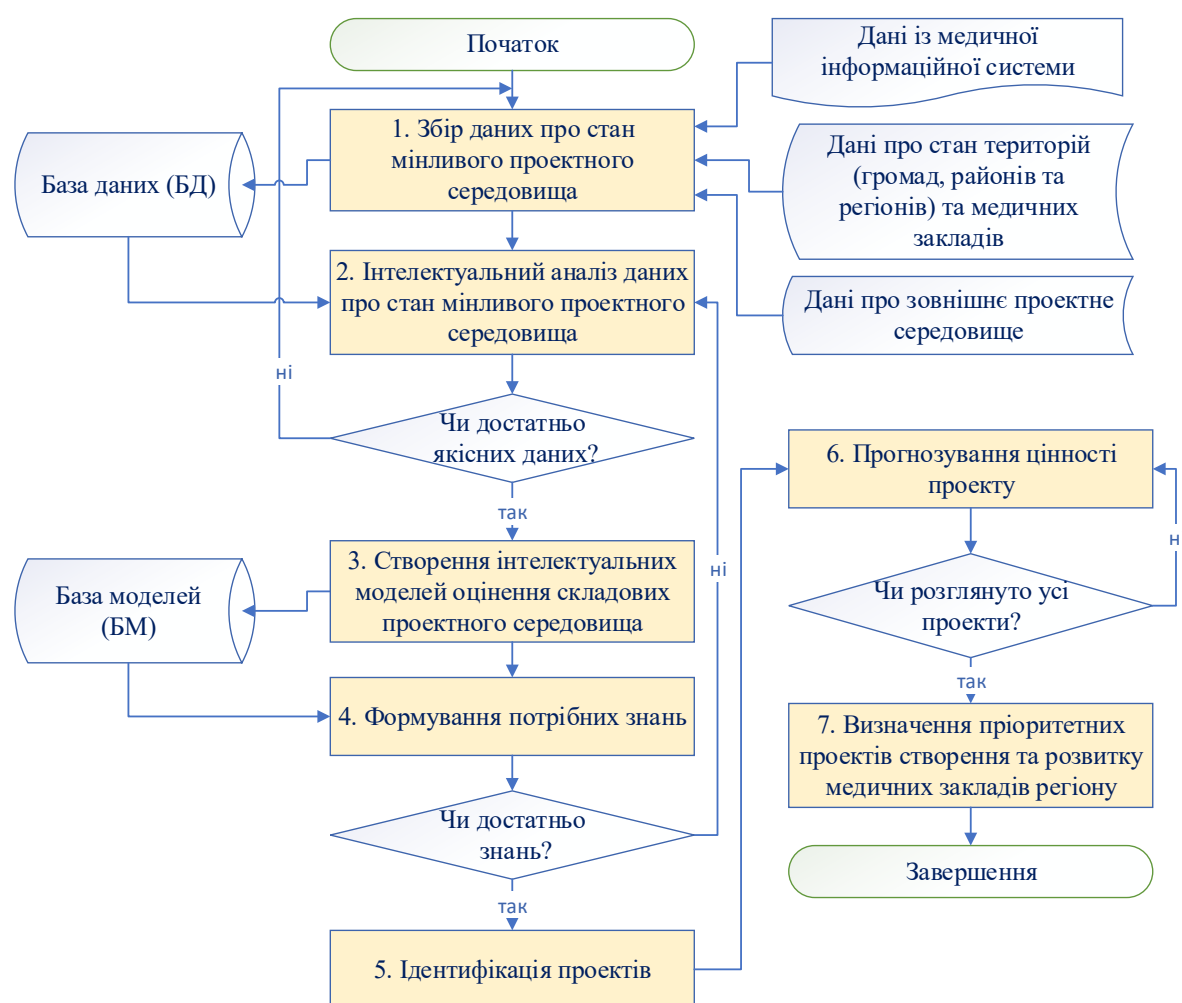


Рисунок 3.2 – Блок схема алгоритму реалізації адаптивно-ціннісного методу ініціації проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів

На цьому етапі збираються дані про стан складових проектного середовища як територій (громад, районів та регіонів) так і медичних закладів. Вони лежать в

основі проведення інтелектуального аналізу для отримання потрібних знань, що лежать в основі вибору пріоритетних проєктів.

У результаті виконання зазначеного етапу формується потрібна база даних DB :

$$DB = \bigcup_{S_D} D_{S_D}, \quad (3.10)$$

де DB – база даних про стан складових проєктного середовища; S_D – джерела отримання потрібних даних; D_{S_D} – дані із окремого джерела про стан мінливого проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів.

Потрібна база даних DB формується завдяки об'єднанню даних D_{S_D} про стан проєктивного середовища із різних джерел S_D , які описані у п. 2.4 цієї роботи. Різні джерела даних S_D забезпечують отримання окремих груп даних (див. табл. 2.1), які характеризують окремі складові проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів та представляються у вигляді окремих кількісних показників.

Сформована база даних DB забезпечує виконання наступного етапу цього методу, який стосується інтелектуального аналізу даних про стан мінливого проєктного середовища.

Етап 2. Інтелектуальний аналіз даних про стан мінливого проєктного середовища. Виконання зазначеного етапу потребує використання сучасних методів і технологій для підготовки та аналізу великих обсягів даних (Big Data). Це дозволяє отримувати нові знання з даних та розуміння тенденцій зміни показників складових проєктного середовища, що неможливо отримати за допомогою традиційних методів виконання аналізу. Інтелектуальний аналіз даних складається із окремих етапів, які забезпечують якісний та кількісний аналіз даних про стан мінливого проєктного середовища, що забезпечують виявлення в даних раніше невідомих знань, які є корисними для прийняття управлінських рішень щодо ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Переважно зазначені знання є нетривіальними, тобто на перший погляд неочевидними.

Інтелектуальний аналіз даних про стан мінливого проєктного середовища передбачає виконання аналізу структури даних, очищення та попередню обробку даних, нормалізацію та стандартизацію даних, виявлення взаємозв'язків між окремими атрибутами даних, їх візуалізацію та статистичну обробку. Для пришвидшеного та точного виконання зазначених операцій інтелектуального аналізу даних про стан мінливого проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів пропонується використовувати сучасні платформи, фреймворки та бібліотеки, які базуються на технологіях обчислювального інтелекту. Пропонується використовувати бібліотеки Python для аналізу даних Mito та навчання моделей Aibro, які вважаються найкращими з-поміж аналогів [186].

Mito являє собою потужну бібліотеку Python, яка має відкритий вихідний код (GitHub), забезпечує попередню обробку даних та можливість візуально досліджувати і аналізувати дані про стан мінливого проєктного середовища. Зокрема, це електронна таблиця для Python, яка може аналізувати файли Excel, файли CSV та представляти дані в інтерфейсі, подібному до Excel (рис. 3.3).

Аналіз структури даних розпочинається із представлення основних характеристик даних, таких як розмір, типи даних, формати тощо. Отриманий масив із характеристиками проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів представляють у вигляді DataFrame (DF), що має вигляд:

$$DF = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 & \dots & g_{1n} \\ a_2 & b_2 & \dots & g_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_m & b_m & \dots & g_{mn} \end{bmatrix}, \quad (3.11)$$

де a_1, b_1, g_{1n} – відповідно окремі види чинників, що характеризують проєктне середовище проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів; n, m – відповідно кількість чинників та кількість спостережень.

B [1]: # Run this cell to render a Mito sheet
import mitosheet
mitosheet.sheet(analysis_to_replay="id-zbiicsmigr")

Збережені 🔍 📄 ↶ ↷

Дім Вставити Дані Формули Код

Імпорт Експорт Копіювати За промовчанням \$ % + -

Умове форматування Формат Вставити Видалити Фільтр Пошук Тип Опорні Об'єднати Графік АЙ

Спрямований тип | Без вказівок

	Спрямований тип	Дата госпіталізації	Тип епізоду	Причина звернення	Результат лікування	Дата виписки	Пріоритет	Код ді
0	Без вказівок	2022-01-01 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-03 11:04:00	Терміново	Z38
1	Без вказівок	2022-01-03 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-07 12:38:00	Терміново	Z38
2	Без вказівок	2022-01-05 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-08 10:56:00	Терміново	Z38
3	Без вказівок	2022-01-05 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-08 11:36:00	Терміново	Z38
4	Без вказівок	2022-01-05 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-09 09:38:00	Терміново	Z38
5	Без вказівок	2022-01-05 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-09 10:30:00	Терміново	Z38
6	Без вказівок	2022-01-07 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-09 10:48:00	Терміново	Z38
7	Без вказівок	2022-01-06 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-11 09:27:00	Терміново	Z38
8	Без вказівок	2022-01-10 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-14 09:45:00	Терміново	Z38
9	Без вказівок	2022-01-10 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-14 10:37:00	Терміново	Z38
10	Без вказівок	2022-01-13 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-15 09:34:00	Терміново	Z38
11	Без вказівок	2022-01-12 00:00:00	Профілактика	Народжений у закла	Здоров'я	2022-01-15 09:47:00	Терміново	Z38

+ Аркуш1 (15624 ряди, 21 кол)

Рисунок 3.3 – Інтерфейс електронної таблиці Mito для інтелектуального аналізу даних про стан мінливого проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів

Для кожного із DF виконується аналіз типів даних, визначається наявність пропущених та аномальних даних, їх статистичні характеристики тощо. Визначення наявності пропущених даних у DF можна представити наступним чином:

$$N_{\text{missing}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \text{isnull}(a_{ij}), \quad (3.12)$$

де n, m – відповідно кількість чинників та кількість спостережень; a_{ij} – показник i -го для j -го спостереження представленого у DF ; $\text{isnull}(a_{ij})$ – функція, що повертає $True$, якщо значення a_{ij} є пропущеним та $False$ в іншому випадку.

Сума $True$ для всіх рядків та стовпців DF дає можливість визначити загальну кількість пропущених значень. За обмеженої вибірки із чинниками, що характеризують проєктне середовище проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів, використовують різні методи заповнення пропущених значень у DF . Одним із широко розповсюджених є метод

заповнення пропущених значень DF за медіаною стовпця, який характеризує окремий вид чинників проєктного середовища:

$$df[j].fillna(\text{median}(df[j])), \quad (3.13)$$

де j – номер стовпця, який характеризує окремий чинник проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів; $fillna()$ – метод бібліотеки Pandas в Python, який використовується для заповнення пропущених (NaN) значень у DF ; $\text{median}(df[j])$ – медіана значень у стовпці j .

Для визначення аномалій у даних DF використовують формулу:

$$An_j = \{x | x \in X_j, x < Q_1 - k \times IQR \vee x > Q_3 + k \times IQR\}, \quad (3.14)$$

де An_j – множина аномальних значень у стовпці j , що відображає окремий чинник проєктного середовища; x – окреме значення вектора X_j , тобто окреме спостереження чинника проєктного середовища в стовпці j ; X_j – вектор значень стовпця j (чинник проєктного середовища) у DF ; Q_1 – перший квантиль, що представляє 25% квантиль відсортованого вектора X_j ; k – параметр, який множить інтерквартильний діапазон для визначення границь аномалій. Зазвичай обирається як константа, наприклад, $k = 1.5$ або $k = 3$; IQR – інтерквартильний діапазон, що представляє різницю між третім і першим квантилями, тобто $IQR = Q_3 - Q_1$.

За наявності аномалій у даних DF із чинниками проєктного середовища позбуваються спостережень із ними, або ж заповнюють відповідні значення із використанням методу, що описаний у формулі (3.13).

Наступним кроком є нормалізація та стандартизація даних про стан проєктного середовища, які допомагають полегшити подальший аналіз. Вони дозволяють привести дані до єдиного формату, що покращує їх обробку та інтерпретацію. Нормалізація забезпечує перетворення даних DF із чинниками проєктного середовища до заданого діапазону значень. Цей процес часто

використовується для приведення даних із різних джерел (медичні інформаційні системи, медичні заклади, статистичні дані громад, районів тощо) до єдиного масштабу. Використовують різні методи нормалізації даних. Одним з найпростіших методів є мінімаксна нормалізація, яка полягає в тому, що всі значення даних віднімаються від мінімального значення в наборі даних, а потім діляться на різницю між максимальним і мінімальним значеннями:

$$x_n = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (3.15)$$

де x_n – нормалізоване значення окремого спостереження чинника стану проєктного середовища; x_i – початкове значення окремого спостереження щодо чинника стану проєктного середовища; x_{\min} , x_{\max} – відповідно мінімальне та максимальне значення вектора X_j значень стовпця j (чинник проєктного середовища) у DF , що характеризує проєктне середовище.

Представлений метод забезпечує те, що всі значення вектора X_j стовпця j (чинника проєктного середовища) у DF , що характеризує проєктне середовище, переводяться у діапазоні від 0 до 1.

На відміну від нормалізації, процес стандартизації забезпечує перетворення даних вектора X_j , що характеризує проєктне середовище, до нормального розподілу, де більшість значень даних зосереджена навколо середнього значення:

$$x_c = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}, \quad (3.16)$$

де x_c – стандартизоване значення окремого спостереження чинника стану проєктного середовища; x_i – початкове значення окремого спостереження щодо чинника стану проєктного середовища; \bar{x} – середнє значення вектора X_j стовпця j (чинника проєктного середовища) у заданому DF ; σ – стандартне відхилення в наборі даних вектора X_j .

Завдяки стандартизації даних значно підвищується ефективність їх використання у алгоритмах машинного навчання, які працюють краще з даними, що мають нормальний розподіл.

Наступним кроком є встановлення взаємозв'язків між окремими атрибутами даних, що представлені векторами X_j і характеризують проектне середовище проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Для цього можна використовувати різні методи аналізу взаємозв'язків. Одним із найбільш найпоширеніших методів є визначення кореляції Пірсона:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (3.17)$$

де r – коефіцієнт кореляції Пірсона, x_i , y_i – поточні значення двох атрибутів, які стосуються одного спостереження та характеризують проектне середовище проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів; \bar{x} , \bar{y} – середні значення відповідних атрибутів.

Для того, щоб визначити наскільки одна складова проектного середовища впливає на іншу використовується показник коваріації, який не нормалізується і може приймати значення чинників проектного середовища від від'ємних до додатніх. Тобто він дає можливість виміряти, наскільки змінюється окрема складова проектного середовища при зміні інших, що є важливою мірою для оцінення мінливості:

$$\text{cov}(X_j, Y_j) = \frac{\text{cov}(X_i, Y_j)}{n - 1}. \quad (3.18)$$

На підставі проведення аналізу складових проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів будується та візуалізується матриця кореляції між складовими проектного середовища, що відображає результати визначення кореляції за формулою (3.17) між усіма досліджуваними чинниками. Матриця кореляції включає коефіцієнти кореляції між всіма можливими парами складових проектного середовища, де

кожен елемент (i, j) представляє коефіцієнт кореляції між чинниками i та j у заданому DF . Для заданої кількості чинників проєктного середовища n , які підлягають аналізу атрибутів формула для елемента матриці кореляції між її елементами (i, j) має вигляд:

$$\text{cor}(X_i, X_j) = \frac{\text{cov}(X_i, X_j)}{\sigma(X_i) \cdot \sigma(X_j)}, \quad (3.19)$$

де $\text{cor}(X_i, X_j)$ – коефіцієнт кореляції між чинниками X_i , та X_j у заданому DF ; $\text{cov}(X_i, X_j)$ – коваріація між атрибутами X_i та X_j ; $\sigma(X_i)$, $\sigma(X_j)$ – стандартні відхилення атрибутів X_i та X_j .

На основі визначених показників будується діаграма розсіювання (Scatter Plot), яка належить до графічних методів візуалізації взаємозв'язку між двома чинниками X_i , та X_j у заданому DF , що відображає залежність між чинниками мінливого проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Також використовується регресійний аналіз для вивчення залежності між заданою складовою проєктного середовища та іншими змінними, які впливають на неї.

Під час інтелектуального аналізу даних про стан мінливого проєктного середовища можна використовувати кореляційні рангові коефіцієнти Спірмена і Кендалла. Вони забезпечують визначення кореляції між рангами замість самих кількісних значень складових проєктного середовища.

Важливо відзначити, що кореляція між чинниками X_i , та X_j у заданому DF не підтверджує причинно-наслідкові зв'язки із іншими чинниками проєктного середовища, що потребує проведення оцінення множинних взаємозв'язків. Використання графіків та інших візуальних засобів для представлення структури даних та характеристик проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів забезпечує виявлення патернів та трендів.

Використання класичних статистичних методів для опису розподілів досліджуваних характеристик проєктного середовища забезпечує створення базових знань для подальших етапів реалізації адаптивно-ціннісного методу ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Це стосується вибору методів інтелектуального аналізу даних про стан проєктного середовища, розробки моделей для отримання нових знань, прогнозування цінності та визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів.

Етап 3. Створення інтелектуальних моделей оцінення складових проєктного середовища. На цьому етапі виконується вибір методів обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Цей вибір залежить як від виду вирішуваних завдань, так і від характеристик даних, які описують окремі чинники мінливого проєктного середовища. Характеристики базових задач та методів обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів наведено у п. 2.4 (див. табл. 2.2).

Послідовність дій під час створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів представлено на рис. 3.4.

Вибір методів обчислювального інтелекту для створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів залежить від множини чинників. Ефективність моделі оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів представимо як

$$E_{M_i(x)} = f(O(x), D_a(x), Q_M(x)), A_{M_i(x)} \rightarrow \max, \quad (3.20)$$

де $E_{M_i(x)}$ – ефективність навченої моделі для оцінення складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів; $O(x)$ – вирішувана задача оцінення складових проєктів створення та розвитку медичних

зкладів на території госпітальних округів; $D_a(x)$ – доступність до даних про стан проєктного середовища; $Q_M(x)$ – якість (швидкість навчання, продуктивність тощо) отриманої моделі, визначає як модель відповідає вимогам та очікуванням; $A_{M_i(x)}$ – точність отриманої моделі; x – вектор параметрів моделі.

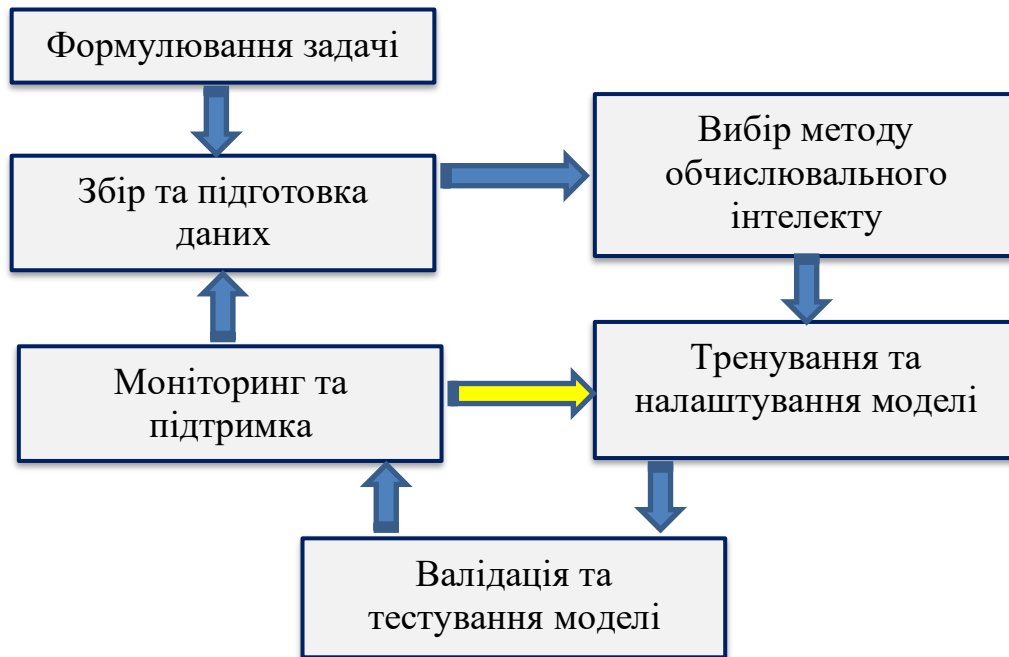


Рисунок 3.4 – Процес створення моделей оцінки складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів

Тренування та налаштування моделі із використанням методів обчислювального інтелекту передбачає виконання оптимізації параметрів моделі таким чином, щоб вона забезпечувала розв’язання сформульованої задачі оцінення складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. При цьому визначається функція витрат (Loss Function) $J(x)$, яка забезпечує визначення того, наскільки отримані результати моделі відрізняються від бажаних на основі використання тренувальних даних. Для цього можна використовувати показники середньоквадратичних витрат, перехресної ентропії тощо.

На цьому етапі встановлюються параметри моделі (Model Parameters) θ . Вони включають у себе ваги, зміщення та інші параметри, які модель оптимізує під час навчання. Задача навчання моделі полягає у забезпеченні мінімізації функції витрат за допомогою методів оптимізації. При цьому встановлюють такі значення параметрів θ , які мінімізують функцію витрат під час навчання моделі:

$$\theta^{opt} = \arg \min_{\theta} J(\theta), \quad (3.21)$$

де θ^{opt} – оптимальні значення параметрів моделі, які мінімізують функцію витрат; $\arg \min_{\theta}$ – аргумент (значення параметрів θ), при якому функція витрат досягає свого мінімуму; $J(\theta)$ – функція витрат, яка визначає наскільки отримані результати моделі відрізняються від бажаних на основі використання тренувальних даних.

Широко розповсюдженим методом оптимізації є градієнтний спуск, який забезпечує визначення оновлення параметрів θ за допомогою градієнту функції витрат:

$$\theta^{opt} = \theta - \alpha \cdot \nabla J(\theta), \quad (3.22)$$

де α – крок навчання (learning rate), $\nabla J(\theta)$ – градієнт функції витрат відносно параметрів θ .

Слід відзначити, що тренування моделей проводиться на підставі виконання ітерацій. Зокрема, параметри моделі оновлюються крок за кроком до того часу, поки функція витрат не досягне мінімуму $J(\theta) \rightarrow \min$ або певного завершення процесу навчання.

Наступний крок стосується валідації та тестування навченої моделі оцінення складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Цей крок забезпечує перевірку ефективності моделі на новому наборі даних для валідації D_{val} , які раніше не використовувались під час навчання моделі. Модель була навчена на навчальних даних $D_{training}$, і у подальшому виконується перевірка того, наскільки добре вона оцінює складові проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів на

наборі даних D_{val} . При цьому функція витрат на валідації відображається як $J_{val}(\theta)$, де враховуються параметри θ навченої моделі.

Після того, як модель пройшла валідацію, її ефективність тестується на зовнішньому наборі даних D_{test} , який раніше не використовувався під час навчання та валідації моделі. При цьому функція витрат на тестуванні відображається як $J_{test}(\theta)$.

Щоб кількісно оцінити ефективність моделі оцінення складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів, використовуються різні метрики якості. Наприклад, для задач класифікації можна використовувати точність моделі, а для регресії – отриману середньоквадратичну помилку:

$$P_{M_i(x)} = \varphi(M_i(x), D_{test}), \quad (3.23)$$

де $P_{M_i(x)}$ – продуктивність моделі; φ – метрика якості моделі; $M_i(x)$ – використовувана модель оцінення складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів; D_{test} – тестові дані.

Отже, валідація та тестування забезпечують перевірку того, наскільки якісно моделі оцінення складових проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів можуть працювати на нових даних, що не брали участь у процесі навчання.

Моніторинг та підтримка моделі включають в себе процеси постійного спостереження за отриманими результатами із моделі та за потреби можливість виконання заходів щодо підвищення її точності. Це може бути зміна даних $D_{training}$ або перенавчання моделі на уточнених даних. Якщо виконувати моніторинг моделі впродовж моменту часу t за використання нових вхідних даних $D_{training}$, то функція витрат на моніторингу може бути записана як $J_{monitor}(\theta, t)$ із параметрами моделі θ .

Якщо результати моніторингу показують, що продуктивність моделі $P_{M_i(x)}$ погіршується, то використовують заходи підтримки, які стосуються оновлення моделі, перетренування її на нових даних або внесення змін у конфігурацію.

Процес моніторингу та підтримки є важливою складовою використання моделей, оскільки він дозволяє підтримувати високі значення їх продуктивності та адаптування до змін проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів.

Етап 4. Формування потрібних знань ідентифікації проєктів створення та розвитку медичних закладів. Отримання потрібних знань є вищим рівнем розуміння та інтерпретації інформації про стан проєктного середовища для ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Знання включають у себе здатність розуміти, використовувати та аналізувати отриману інформацію для виконання управлінських процесів та прийняття рішень проєктними менеджерами.

Для ідентифікації проєктів створення та розвитку медичних закладів слід мати знання про стан мінливого проєктного середовища, знання про формування продуктів проєктів, знання законодавства у сфері охорони здоров'я та знання із проєктного менеджменту:

$$P_{in} = f(K_c, K_f, K_h, K_p), \quad (3.24)$$

де P_{in} – процес ідентифікації проєктів створення та розвитку медичних закладів; K_c – знання про стан мінливого проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів; K_f – знання про дії щодо формування продуктів проєктів; K_h – знання законодавства у сфері охорони здоров'я; K_p – знання із проєктного менеджменту.

Знання K_c про стан мінливого проєктного середовища є важливою складовою для успішної ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів. Вони формуються на підставі даних про стан мінливого проєктного середовища проєктів створення та розвитку медичних закладів (див. табл. 2.1). Зокрема, на підставі цих даних обґрунтовуються моделі прогнозування кількості захворювань за різними групами населення, виникнення та проходження епідемій та різних видів хвороб, а також доступність та рівень медичних послуг тощо.

Знання K_f про дії щодо формування продуктів проєктів створення та розвитку медичних закладів отримуються на підставі вибраних технологій їх формування. Від вибраної технології залежить зміст виконувати робіт у проєктах, терміни їх виконання, потреба у ресурсах та бюджет проєктів.

Знання K_h законодавства у сфері охорони здоров'я дають можливість отримати розуміння чинних вимог до медичної діяльності, ліцензування та акредитації медичних закладів, нормативів щодо розташування обладнання тощо.

Знання K_p із проєктного менеджменту є надзвичайно важливими для ефективної реалізації проєктів створення та розвитку медичних закладів. Вони стосуються особливостей управління ризиками, ресурсами, часом, бюджетом тощо. Це забезпечує успішне виконання завдань та досягнення поставлених цілей проєктів створення та розвитку медичних закладів. При цьому приділяється увага особливостям розробки детального графіка робіт, визначення завдань, визначення відповідальних осіб та розподіл ресурсів. Важливими є знання щодо інтересів стейкхолдерів (пацієнти, медичний персонал, урядові органи, фінансові установи тощо) і впливу їх на проєкт. Наявність знань про ефективне використання людських, фінансових та матеріальних ресурсів проєкту лежить в основі якісного обґрунтування бюджету проєкту, моніторингу витрат та вчасного виявлення відхилень.

Інтеграція знань із різних галузей є важливою для успішної ідентифікації проєктів створення та розвитку медичних закладів. Ці знання необхідні для розуміння як існуючого стану, так і особливостей його переведення у бажаний стан, а також для оцінки ризиків та можливостей, пов'язаних з проєктами створення та розвитку медичних закладів.

Етап 5. Ідентифікація проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону. Виконання зазначеного етапу базується на запропонованій нами укрупненій класифікації проєктів ФРГО (рис. 2.4) та обґрунтованій структурі процесу ідентифікації проєктів функціонування та розвитку суперечності I_c у існуючій медичній системі госпітальних округів (рис. 2.5).

Для заданої медичної системи аналізуються зацікавлені сторони, орієнтовний перелік яких представлено у табл. 2.3 (див. п 2.5) та їх інтереси. Це лежить в основі встановлення суперечностей та конфліктів інтересів між зацікавленими сторонами проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону.

Кожна із цих суперечностей та конфліктів інтересів між зацікавленими сторонами проєктів забезпечує формулювання потреб зацікавлених сторін щодо зміни існуючого стану медичної системи. На основі зафіксованих потреб зацікавлених сторін щодо зміни існуючого стану медичної системи виконується формулювання проєктів створення та розвитку медичних закладів. Схема формування проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону представлена на рис. 3.5.



Рисунок 3.5 – Схема формування проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону

Вцілому етап ідентифікації проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону можна представити виразом:

$$P_{in} \in (A_{st} \rightarrow I_{CC} \rightarrow F_{st} \rightarrow F_{pr}), \quad (3.25)$$

де P_{in} – процес ідентифікації проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону; A_{st} – аналіз зацікавлених сторін проєктів створення та розвитку медичних

закладів регіону; I_{cc} – встановлення суперечностей та конфліктів інтересів між зацікавленими сторонами проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону; F_{st} – формулювання потреб зацікавлених сторін щодо зміни існуючого стану медичної системи; F_{pr} – формування проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону. Сформульована множина i -х проєктів $\{P_{ri}\}$ створення та розвитку медичних закладів регіону потребує подальшого їх оцінення за цінністю для зацікавлених сторін.

Етап 6. Прогнозування цінності проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону. Наступний етап передбачає кількісне оцінення цінності сформульованої множини i -х проєктів $\{P_{ri}\}$ створення та розвитку медичних закладів регіону. Для цього використовують методи комп'ютерного моделювання, що забезпечують прогнозування проміжних показників цінності, які означено на рис. 2.5 (див. п. 2.5). Критеріями цінності k -х проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону є відношення вигод (B_{sti}^{mk}) для зацікавлених сторін від окремих m -х медичних систем до витрат (C_{pi}^{mk}), понесених на створення зазначених вигод:

$$V_{pi}^{mk} = \frac{B_{sti}^{mk}}{C_{pi}^{mk}}, \quad (3.26)$$

де V_{pi}^{mk} – цінність для i -х зацікавлених сторін від окремих m -х медичних систем завдяки реалізації k -х медичних проєктів; B_{sti}^{mk} – вигоди для i -х зацікавлених сторін від окремих m -х медичних систем завдяки реалізації k -х медичних проєктів; C_{pi}^{mk} – витрати понесені на створення вигод від m -х медичних систем завдяки реалізації k -х медичних проєктів.

Базова цінність V_{pb}^{mk} від реалізації для i -х зацікавлених сторін від окремих m -х медичних систем завдяки реалізації k -х медичних проєктів

$$V_{pb}^{mk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{pi}^{mk}, \quad (3.27)$$

де V_{pb}^{mk} – базова цінність від реалізації k -х медичних проєктів; n – кількість зацікавлених сторін, які отримують вигоди від окремих m -х медичних систем завдяки реалізації k -х медичних проєктів.

Найбільшу базову цінність V_{pb}^{mk} для зацікавлених сторін від окремих m -х медичних систем завдяки реалізації k -х медичних проєктів забезпечують ті проєкти, які дають можливість отримати максимальні вигоди $B_{sti}^{mk} \rightarrow \max$ для i -х зацікавлених сторін за мінімальних понесених витрат $C_{pi}^{mk} \rightarrow \min$ на створення цих вигод:

$$V_{pb}^{mk} = f\left(\{B_{sti}^{mk}\}, \{C_{pi}^{mk}\}\right) \rightarrow \max. \quad (3.28)$$

На основі визначеної базової цінності V_{pb}^{mk} для зацікавлених сторін від окремих m -х медичних систем завдяки реалізації k -х медичних проєктів виконується вибір пріоритетних проєктів для заданого госпітального округу.

Етап 7. Визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону. На цьому етапі для визначення пріоритетних k -х проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону проводять їх ранжування у порядку спадання за базовою цінністю V_{pb}^{mk} для зацікавлених сторін:

$$V_{pb}^{m2} \geq V_{pb}^{m4} \geq \dots \geq V_{pb}^{mk}. \quad (3.29)$$

Це забезпечує створення вектора пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів. Опишемо математичним виразом визначення пріоритетних k -х проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, які у подальшому ранжуються у порядку спадання за базовою цінністю V_{pb}^{mk} для зацікавлених сторін. При цьому відома множина проєктів $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, а також для кожного із них базова цінність V_{pb}^{mk} для різних зацікавлених сторін. Тоді вектор пріоритетних проєктів P_p можна визначити як:

$$P_p = (p_{(1)}, p_{(2)}, \dots, p_{(k)}), \quad (3.30)$$

де $p_{(z)}$ – медичний проєкт, який має z -ту за кількісним значенням базову цінність;
 k – кількість пріоритетних медичних проєктів, які слід реалізувати, од.

Для формування вектора пріоритетних проєктів виконується ранжування медичних проєктів $p_{(z)}$ за їх базовою цінністю V_{pb}^{mk} в порядку спадання. Тобто для i від 1 до k . Таким чином, формула ранжування виглядає наступним чином:

$$V_{(i)} = \max \{V_j | p_j \in P \setminus \{p_{(1)}, p_{(2)}, \dots, p_{(i-1)}\}\}, \quad (3.31)$$

де $V_{(i)}$ – медичний проєкт з найбільшою базовою цінністю.

Після його знаходження вилучається цей проєкт з множини P_p . Процедура повторюється, поки не будуть визначені k пріоритетних медичних проєктів. Це дозволяє сформувати вектор пріоритетних проєктів P_p , який включає k -ту кількість медичних проєктів з найвищими базовими цінностями для зацікавлених сторін.

Для узгодження обсягу та джерел інвестицій із бюджетами пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, слід задати k -ту кількість медичних проєктів, бюджет B_i кожного i -го медичного проєкту, де ($i \in \{1, 2, \dots, k\}$) обсяг інвестицій I_i для кожного i -го медичного проєкту та сума доступних інвестицій S_i для кожного i -го медичного проєкту з усіх джерел.

Обсяг інвестицій I_i для кожного i -го медичного проєкту не повинен перевищувати його бюджет B_i :

$$I_i \leq B_i \text{ для всіх } i \in \{1, 2, \dots, k\}. \quad (3.32)$$

Сума інвестицій I_i для кожного i -го медичного проєкту повинна дорівнювати сумі доступних інвестицій S_i з усіх джерел:

$$I_i = S_i \text{ для всіх } i \in \{1, 2, \dots, k\}. \quad (3.33)$$

Якщо S_i складається з декількох джерел інвестицій (наприклад, державного бюджету (D_i), місцевого бюджету (L_i), приватних інвестицій (P_i) та інших джерел (O_i), то

$$S_i = D_i + L_i + P_i + O_i \text{ для всіх } i \in \{1, 2, \dots, k\}. \quad (3.34)$$

Таким чином, для узгодження обсягів інвестицій I_i із бюджетами B_i i -х медичних проєктів використовують наступну систему рівнянь (3.32-3.34). Ці рівняння забезпечують, щоб кожен i -й медичний проєкт отримував необхідний обсяг інвестицій I_i , які не перевищують затвердженого бюджету B_i . Водночас, джерела інвестицій повинні бути правильно розподілені між пріоритетними проєктами.

3.3. Метод адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища

Управління портфелем проєктів розвитку госпітальних округів є складним завданням, яке вимагає врахування множини чинників мінливого проєктного середовища та складових ефективності окремих проєктів. До них належать як стратегічні цілі, обмежені ресурси, ризики та змінні зовнішні умови. В умовах мінливого проєктного середовища, яке зумовлене виникненням та швидким розповсюдженням епідемій та пандемій, війни на території нашої держави, швидким розвитком технологічних інновацій, економічними коливаннями, політичними змінами та іншими впливами, процес адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища є актуальним та досить важливим науково-прикладним завданням. При цьому існує потреба розробки методу адаптування архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища.

Запропонований нами метод адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища передбачає використання адаптивно-ціннісного підходу до управління існуючими викликами. Він спрямований на підвищення ефективності та результативності реалізації проєктів розвитку госпітальних округів із урахуванням змін у проєктному середовищі та потреб у постійному вдосконаленні системи надання медичних

послуг. Цей метод складається з шести взаємопов'язаних етапів, які представлено на рис. 3.6.

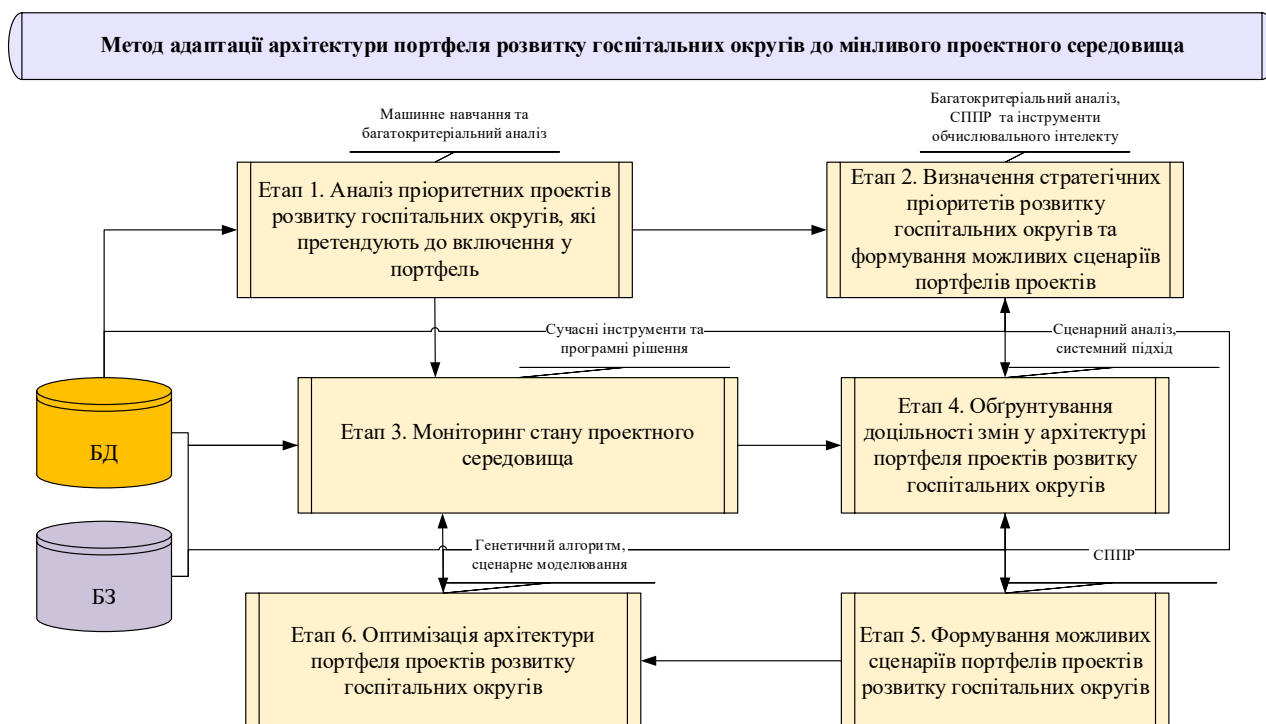


Рисунок 3.6 – Схема методу адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проектного середовища

Етап 1. Аналіз пріоритетних проєктів розвитку госпітальних округів, які претендують до включення у портфель. На цьому етапі виконується ретельний аналіз пріоритетних проєктів, які претендують на включення у портфель проєктів розвитку госпітальних округів. Цей етап є базовим, оскільки від його результатів залежить подальша ефективність та успішність всього портфеля проєктів. Основною метою цього етапу є виконання оцінки та ранжування проєктів розвитку госпітальних округів на основі їхнього впливу, економічної ефективності, технічної здійсненності, ризиків та соціальної прийнятності.

Використання сучасних методів обчислювального інтелекту, таких як машинне навчання та багатокритеріальний аналіз, дозволяє автоматизувати та покращити точність цього процесу (див. п. 2.7).

Під час аналізу пріоритетних проєктів проєктними менеджерами розв'язуються окремі завдання, які стосуються збору та обробки даних щодо

характеристик проєктів розвитку госпітальних округів, що претендують на включення у портфель, оцінки проєктів за заданими критеріями, що відображають їхню значущість та життєздатність, а також ранжування проєктів на основі їх цінності для досягнення стратегічних цілей розвитку госпітальних округів. Виконання цього етапу здійснюється із використанням інноваційних інструментів та методів для аналізу та візуалізації даних, що забезпечує більш обґрунтоване прийняття рішень щодо включення проєктів у портфель. Для цього пропонується використовувати розроблені нами алгоритм та систему підтримки прийняття рішень для визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, які подані у п. 5.6 цієї роботи.

Етап 2. Визначення стратегічних пріоритетів розвитку госпітальних округів. На початку цього етапу проводиться аналіз стратегічних цілей розвитку госпітального округу на території заданого регіону на основі використання багатокритеріального аналізу, системи підтримки прийняття рішень та інструментів обчислювального інтелекту. При цьому визначаються пріоритетні напрямки розвитку, такі як покращення доступу до медичних послуг, оптимізація інфраструктури, підвищення якості медичних послуг тощо.

Для виконання цього етапу виявляються та формуються основні стратегічні цілі розвитку госпітального округу, які представлено на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Основні стратегічні цілі розвитку госпітальних округів

Для аналізу стратегічних цілей розвитку госпітальних округів виконується збір даних про поточний стан медичних послуг, стан існуючої інфраструктури,

демографічні показники населення регіону, епідеміологічну ситуацію та інші характеристики проектного середовища. Зазначені дані можна отримати із медичних систем та реєстрів, статистичних звітів, опитувань населення громад та інших джерел.

Нами пропонується використовувати метод багатокритеріального аналізу для оцінки та ранжування можливих напрямків розвитку госпітального округу. Вибір критеріїв для виконання оцінки, таких як доступність медичних послуг, якість їх надання, вартість, ефективність та стійкість, є базовими під час виконання цього етапу.

$$I_d = \sum_{j=1}^J w_j \cdot f_j(x_i), \quad (3.35)$$

де I_d – інтегральна оцінка напрямку розвитку; w_j – вага j -го критерію; $f_j(x_i)$ – значення j -го критерію для i -го напрямку розвитку.

На основі стратегічних пріоритетів створюються різні варіанти портфелів проектів розвитку госпітальних округів. Кожен сценарій включає в себе групу проектів, які спільно спрямовані на досягнення конкретної стратегічної цілі. Цей процес включає аналіз взаємозв'язків і синергії між проектами для досягнення максимального ефекту.

Етап 3. Моніторинг стану проектного середовища. На цьому етапі здійснюється безперервне відстеження та оцінка стану проектного середовища, що лежить в основі узгодження із ним управлінських рішень щодо портфеля проектів. Важливо враховувати такі ключові параметри, як стан виконання проектів, ризику, доступність ресурсів, терміновість виконання проектів та сумісність проектів між собою.

Оцінка стану виконання проектів є важливою складовою моніторингу проектного середовища. Цей процес включає визначення поточного реалізації кожного проекту в портфелі розвитку госпітальних округів. Для цього використовуються різні критерії та показники, які дозволяють відстежувати ступінь завершеності проектів та оцінювати їхню ефективність. Для оцінки стану виконання проектів, кожному проекту призначається значення p_i , яке відображає

відсоток завершеності i -го проєкту. У результаті оцінки стану виконання проєктів формується множина:

$$P_{status} = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}, \quad (3.36)$$

де p_i – стан реалізації i -го проєкту розвитку госпітального округу.

Кожне значення p_i визначається за допомогою таких параметрів, як обсяг виконаних робіт, відсоток завершених завдань, витрати часу та ресурсів. У результаті отримуємо стан виконання проєктів розвитку госпітального округу із значеннями від 0 до 1, де 0 означає, що проєкт ще не розпочато, а 1 означає, що проєкт повністю завершено.

Для визначення стану виконання проєкту p_i (значення від 0 до 1), використовують формулу, яка враховує такі параметри, як обсяг виконаних робіт W_i , відсоток завершених робіт T_i , витрати часу C_i та ресурсів R_i . Тоді стан виконання проєкту p_i можна визначити як зважене середнє цих параметрів:

$$p_i = \alpha W_i + \beta T_i + \gamma C_i + \delta R_i, \quad (3.37)$$

де $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – відповідно коефіцієнти ваги, що відповідають значущості кожного параметра. Сума цих коефіцієнтів повинна дорівнювати 1:

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1. \quad (3.38)$$

Для визначення ризиків проєктів розвитку госпітальних округів пропонується враховувати прогнозовану ймовірність виникнення подій і впливу цих подій на реалізацію зазначених проєктів. При цьому для проєкту ризик визначається за допомогою таких параметрів, як ймовірність виникнення події P_{e_i} для проєкту та вплив I_{e_i} e -ї події на i -й проєкт. При цьому ризик проєкту r_i можна визначити як добуток ймовірності виникнення події P_{e_i} та впливу I_{e_i} цієї події:

$$r_i = \sum_e P_{e_i} \cdot I_{e_i}. \quad (3.39)$$

де e – події, які впливають на реалізацію i -го проєкту розвитку госпітальних округів.

Отримане кількісне значення ризиків проєктів розвитку госпітальних округів знаходиться у діапазоні від 0 до 1, де 0 означає відсутність ризику, а 1 – високий ризик.

Для визначення кількісного значення оцінки доступності ресурсів для кожного із проєктів розвитку госпітальних округів використовуються наступні характеристики проєктного середовища – доступність фінансових R_f , людських R_h , матеріальних R_m та технічних R_t ресурсів. Оцінка кожного типу ресурсів нормалізується до діапазону від 0 до 1. Після цього загальна оцінка доступності ресурсів для i -го проєкту розвитку госпітальних округів визначається як середньозважена оцінка окремих вище означених характеристик проєктного середовища:

$$R_i = w_f \cdot R_{i,f} + w_h \cdot R_{i,h} + w_m \cdot R_{i,m} + w_t \cdot R_{i,t}, \quad (3.40)$$

де w_f, w_h, w_m, w_t – вагові коефіцієнти для відповідних типів ресурсів.

Зазначені у формулі (3.40) вагові коефіцієнти визначають важливість окремих видів ресурсів для реалізації проєкту розвитку госпітального округу і задовольняють умову

$$w_f + w_h + w_m + w_t = 1. \quad (3.41)$$

Для визначення терміновості проєктів розвитку госпітальних округів можна використовувати кілька характеристик проєктного середовища. До них належить дедлайн проєкту D_i , що характеризує дату або термін, до якого необхідно завершити проєкт. Цей показник може бути виражений в днях або місяцях до завершення проєкту. Окрім того враховується показник важливості проєкту W_i , що характеризує вагу або значення, що визначає важливість проєкту для організації або стратегічного плану розвитку госпітального округу. При цьому можна використати числове значення або категорію важливості проєкту (наприклад, низька, середня, висока).

Визначення терміновості реалізації i -го проєкту здійснюється за формулою:

$$U_i = \frac{D_i}{\max(D)} \cdot W_i. \quad (3.42)$$

де U_i – оцінка терміновості реалізації i -го проєкту розвитку госпітального округу (від 0 до 1); D_i – дедлайн реалізації i -го проєкту розвитку госпітального округу; $\max(D)$ – максимальне значення дедлайну серед усіх проєктів розвитку госпітального округу; W_i – важливість i -го проєкту розвитку госпітального округу.

Подана формула (3.42) враховує як дедлайн проєкту, так і його важливість для розвитку госпітального округу. Проєкти з короткими дедлайнами і високою важливістю отримають високу оцінку терміновості U_i , тоді як проєкти з довгими дедлайнами або низькою важливістю матимуть низьку оцінку терміновості.

Вагоме значення також має сумісність окремих проєктів, які претендують до включення у портфель проєктів розвитку госпітальних округів. Для врахування цього показника пропонується створювати матрицю сумісності проєктів. Вона дозволяє визначити, які проєкти можуть виконуватись одночасно, а які мають конфлікти інтересів або ресурсів. Значення в матриці бувають двох різновидів – 0 (несумісні) та 1 (сумісні).

Формула для визначення сумісності проєктів розвитку госпітальних округів має вигляд:

$$C_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо проєкти сумісні} \\ 0, & \text{якщо проєкти несумісні} \end{cases}, \quad (3.43)$$

де C_{ij} – елемент матриці сумісності, що показує сумісність між i -ми та j -ми проєктами розвитку госпітальних округів.

Для побудови матриці сумісності проєктів розвитку госпітальних округів насамперед слід ініціалізувати порожню матрицю сумісності розміром $n \times n$, де n – кількість проєктів, які претендують на включення у портфель. Для кожної пари проєктів (i, j) визначити, чи мають проєкти конфлікти за потрібними ресурсами, термінами виконання та інтересами стейкхолдерів. У подальшому отриманий результат записується у відповідний елемент матриці C_{ij} .

У результаті виконання моніторингу стану проєктного середовища отримуємо множини із результатами оцінки проєктів:

- стану виконання

$$P_{status} = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}, \quad (3.44)$$

де p_i – стан виконання i -го проєкту розвитку госпітального округу,

– ризиків

$$R_{risk} = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}, \quad (3.45)$$

де r_i – ризики i -го проєкту розвитку госпітального округу,

– доступності ресурсів

$$A_{resources} = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, \quad (3.46)$$

де a_i – доступність ресурсів для реалізації i -го проєкту розвитку госпітального округу,

– терміновості

$$U_{urgency} = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}, \quad (3.47)$$

де u_i – терміновість реалізації i -го проєкту розвитку госпітального округу,

– сумісності

$$C_{compatibility} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{pmatrix}, \quad (3.48)$$

де $c_{ij} = 1$ – означає, що i -й та j -й проєкти розвитку госпітальних округів є сумісні;

$c_{ij} = 0$ – означає, що i -й та j -й проєкти розвитку госпітальних округів є несумісні.

Етап 4. Обґрунтування доцільності змін у архітектурі портфеля проєктів розвитку госпітальних округів. На цьому етапі визначається необхідність та доцільність змін у складі та структурі портфеля проєктів з метою підвищення ефективності реалізації стратегії розвитку госпітальних округів. При цьому використовуються показники, які представлено на рис. 3.8.

Для визначення показників оцінки портфеля проєктів розвитку госпітальних округів використовуються наступні формули. Зокрема, визначення загальної цінності портфеля (PV_{total}) виконується за формулою

$$PV_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n PV_i \cdot S_i, \quad (3.49)$$

де PV_i – цінність i -го проекту розвитку госпітального округу; S_i – статус виконання i -го проекту розвитку госпітального округу (0 – не виконується, 1 – виконується), n – кількість проектів у портфелі.



Рисунок 3.8 – Основні показники оцінки портфеля проектів розвитку госпітальних округів

Загальної вартості портфеля (PC_{total}) визначається за формулою

$$PC_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n PC_i \cdot S_i, \quad (3.50)$$

де PC_i – вартість i -го проекту розвитку госпітального округу.

Загальний ризик портфеля проектів розвитку госпітального округу (PR_{total}) визначається за формулою

$$PR_{\text{total}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PR_i \cdot S_i, \quad (3.51)$$

де PR_i – ризик i -го проекту розвитку госпітального округу.

Загальна доступність ресурсів (RA_{total}) визначається за формулою

$$RA_{\text{total}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RA_i \cdot S_i, \quad (3.52)$$

де RA_i – доступність ресурсів для i -го проекту розвитку госпітального округу.

Визначення загальної терміновості проєктів (PU_{total}) виконується за формулою

$$PU_{\text{total}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PU_i \cdot S_i, \quad (3.53)$$

де PU_i – терміновість реалізації i -го проєкту розвитку госпітального округу.

Розрахунок інтегрального показника сумісності проєктів (CI_{total}) виконується за формулою

$$CI_{\text{total}} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n C_{ij}, \quad (3.54)$$

де C_{ij} – елемент матриці сумісності, що показує сумісність між проєктами i -им та j -им проєктом розвитку госпітального округу.

На підставі отриманих кількісних значень основних показників оцінки портфеля проєктів розвитку госпітальних округів, які визначаються за формулами (3.49-3.54) приймається проєктними менеджерами рішення щодо доцільності змін у портфелі проєктів розвитку госпітального округу. Для цього виконується порівняння цільових значень показників із отриманими у окремий момент час під час їх розрахунку (табл. 3.1).

На підставі порівняння отриманих значень показників оцінки портфеля проєктів із цільовими показниками розвитку госпітальних округів виконується аналіз можливих сценаріїв змін у портфелі за допомогою сценарного аналізу, враховуючи вплив кожного сценарію на ключові показники. У подальшому потрібно прийняти рішення щодо доцільності змін у портфелі проєктів на основі проведеного аналізу та обґрунтування. Цей етап забезпечує систематичний підхід до оцінки та обґрунтування необхідності змін у портфелі проєктів, що сприяє підвищенню ефективності реалізації стратегії розвитку госпітальних округів.

Етап 5. Формування можливих сценаріїв портфелів проєктів розвитку госпітальних округів. Формування сценаріїв портфелів проєктів на основі стратегічних пріоритетів розвитку госпітальних округів можна здійснити за допомогою багатокритеріального аналізу та оптимізаційних методів.

Першочергово виконується фіксування стратегічних пріоритетів як множини $SP = \{SP_1, SP_2, \dots, SP_m\}$, де SP_i – i -й пріоритет (наприклад, покращення доступу до медичних послуг, оптимізація інфраструктури, підвищення якості медичних послуг тощо).

Таблиця 3.1 – Рекомендації щодо доцільності змін у архітектурі портфеля проєктів розвитку госпітальних округів

Існуючий стан	Рекомендації щодо змін
Загальна цінність портфеля PV_{total} нижча за очікуване значення	Розглянути можливість включення нових проєктів розвитку госпітальних округів або зміну пріоритетів для існуючих
Загальна вартість портфеля проєктів PC_{total} перевищує доступний бюджет	Оптимізувати склад портфеля проєктів розвитку госпітальних округів.
Загальний ризик портфеля проєктів PR_{total} занадто високий	Зменшити ризики шляхом зміни структури портфеля.
Загальна доступність ресурсів RA_{total} є низькою	Забезпечити залучення додаткових ресурсів або переглянути плани.
Загальна терміновість проєктів PU_{total} вказує на те, що більшості проєктів є високо терміновими	Забезпечити їх пріоритетне виконання.
Інтегральний показник сумісності проєктів CI_{total} вказує на наявність багатьох конфліктів.	Переглянути сумісність проєктів.

Наступним кроком є фіксування пріоритетних проєктів розвитку госпітальних округів, які означено у першому етапі цього методу. Завжди існує множина проєктів розвитку госпітальних округів $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$, де P_i – i -й проєкт розвитку госпітального округу, що пропонується до включення у портфель.

Для оцінки проєктів за різними критеріями позначимо множину критеріїв $C = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$, де C_j – j -й критерій (наприклад, бюджет проєкту, тривалість реалізації проєкту, вплив на якість медичних послуг тощо).

Кожен із проєктів розвитку госпітальних округів має свої оцінки. Нехай відома оцінка f_{ij} проєкту P_i за критерієм C_j . Тоді матриця оцінок проєктів розвитку госпітального округу буде мати вигляд

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1k} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & \cdots & f_{nk} \end{bmatrix}. \quad (3.55)$$

При цьому існує своя вага кожного із критеріїв оцінки проєктів розвитку госпітальних округів. Нехай наявна вага w_j критерію C_j , яка визначає його важливість для формування портфеля проєктів розвитку госпітальних округів. Тоді вектор ваг буде мати наступний вигляд:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_k \end{bmatrix}. \quad (3.56)$$

У подальшому виконується розрахунок показника інтегральної оцінки проєктів розвитку госпітального округу. Інтегральна оцінка проєкту P_i визначається як зважена сума його оцінок за всіма критеріями:

$$Z_i = \sum_{j=1}^k w_j \cdot f_{ij}. \quad (3.57)$$

Наступним кроком є формування можливих сценаріїв портфелів проєктів розвитку госпітального округу. Нехай відомий можливий сценарій S , що включає деяку підмножину проєктів з множини P . Для оцінки кожного сценарію можна використовувати наступну функцію:

$$Z(S) = \sum_{i \in S} Z_i. \quad (3.58)$$

Використання СППР дозволяє автоматизувати процес аналізу і вибору оптимального сценарію портфеля проєктів на основі введених критеріїв і обмежень. Окрім того, застосування моделей, які дозволяють моделювати різні

варіанти розвитку госпітальних округів, дає змогу оцінити можливі результати і цінність для стейкхолдерів за кожного із сформованих сценаріїв портфеля проєктів.

Етап 6. Оптимізація архітектури портфеля проєктів розвитку госпітальних округів. Задача формування оптимального сценарію портфеля проєктів розвитку госпітального округу може бути сформульована як задача лінійного програмування з обмеженнями:

$$\max \sum_{i=1}^n Z_i \cdot x_i, \quad (3.59)$$

де x_i – бінарна змінна, яка приймає значення 1, якщо проєкт P_i включений у сценарій, і 0 в – іншому випадку.

Залежно від доступних ресурсів на території регіону для реалізації портфеля проєктів розвитку госпітального округу та інших чинників проєктного середовища вводяться відповідні обмеження. Зокрема, обмеження бюджету можна записати наступним чином:

$$\sum_{i=1}^n B_i \cdot P_i \leq B, \quad (3.60)$$

де B_i – бюджет i -го проєкту P_i ; B – загальний бюджет на реалізацію портфеля проєктів розвитку госпітального округу.

Також можливі обмеження на кількість проєктів, які будуть включені у портфель проєктів розвитку госпітального округу:

$$\sum_{i=1}^n P_i \leq M, \quad (3.61)$$

де M – максимальна кількість проєктів, що можуть бути включені у сценарій портфеля проєктів розвитку госпітального округу.

Задачу оптимізації пропонується розв'язувати за допомогою генетичного алгоритму. Для цього нами запропоновано модель оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів, яка представлена у п. 3.4 цієї роботи. Вона базується на системному визначенні та оцінюванні можливих сценаріїв портфелів проєктів із врахуванням стратегічних пріоритетів розвитку госпітальних округів.

Використання багатокритеріального аналізу та оптимізаційних методів забезпечує вибір оптимального сценарію з урахуванням різних обмежень та критеріїв.

3.4. Модель оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму

Запропонована модель базується на використанні генетичного алгоритму (ГА) і призначена для оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів. Основною метою є визначення оптимального набору проєктів, що максимізують інтегрований показник цінності при дотриманні бюджетних та інших обмежень. Схема запропонованої моделі оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму представлена на рис. 3.9.

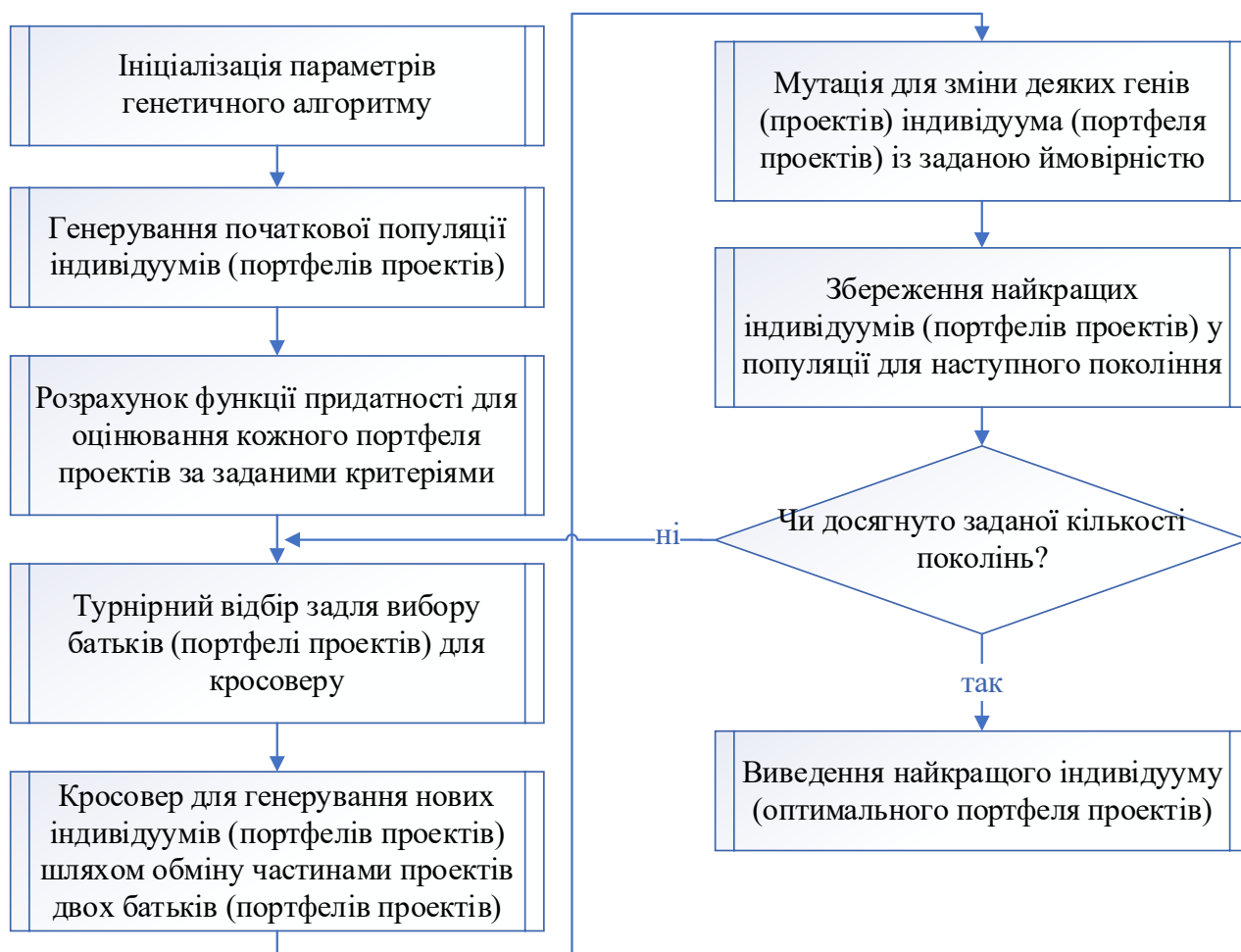


Рисунок 3.9 – Схема моделі оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму

На першому кроці використання запропонованої моделі оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму задаємо основні параметри, які визначають, як буде виконуватись генетичний алгоритм. Ці параметри включають розмір популяції N , кількість поколінь G , розмір турніру T , ймовірність мутації P_m та кросоверу P_c .

Розмір популяції (Population Size) N являє собою кількість індивідуумів (портфелів проектів), які будуть присутні в кожному поколінні. Кількість поколінь (Number of Generations) G представляє загальну кількість ітерацій, які виконує генетичний алгоритм. Розмір турніру (Tournament Size) T відображає кількість індивідуумів (портфелів проектів), які беруть участь у кожному турнірі для вибору батьків. Ймовірність мутації (Mutation Probability) P_m відображає ймовірність того, що ген (проект) у хромосомі (портфелі проектів) буде змінено. Ймовірність кросоверу (Crossover Probability) P_c представляє ймовірність того, що двоє батьків будуть піддані кросоверу для створення нових індивідуумів (портфелів проектів).

Наступний крок передбачає генерування початкової популяції індивідуумів (портфелів проектів). При цьому створюється початкова популяція індивідуумів, кожен з яких представляє можливий портфель проектів. Генетичний алгоритм використовує ці індивідууми як базу для подальшої еволюції та оптимізації. Основними параметрами процесу генерування початкової популяції індивідуумів (портфелів проектів) є кількість індивідуумів (портфелів проектів) N та кількість проектів P у кожному портфелі. Це також визначає довжину хромосоми індивідуума. Окремий індивідуум (портфель проектів) представляється у вигляді хромосоми, що складається з бітів (0 або 1). Кожен біт відповідає конкретному проекту: 1 – проект включено до портфеля, 0 – проект не включено до портфеля.

Для окремого індивідуума (портфеля проектів) створюється випадкова хромосома довжиною P (кількість проектів). Всі біти в хромосомі генеруються випадковим чином, де ймовірність кожного біта може бути 0 або 1:

$$C_i = [c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{iP}], \quad (3.62)$$

де c_{ij} – випадкові значення (0 або 1).

Для кожного біта в хромосомі використовуємо випадкове значення

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{з ймовірністю } p, \\ 0, & \text{з ймовірністю } 1 - p. \end{cases} \quad (3.63)$$

Зазвичай p встановлюється рівним 0.5 для рівномірного розподілу 0 і 1.

Вище описане забезпечує створення початкової популяції індивідумів (портфелів проєктів), що представляють різні можливі комбінації проєктів у портфелі. Ці індивідуми будуть використовуватися для подальшої еволюції та оптимізації в генетичному алгоритмі.

Наступний крок передбачає розрахунок функції придатності для оцінювання кожного портфеля проєктів за заданими критеріями. При цьому кожен індивідум (портфель проєктів) у початковій популяції оцінюється за допомогою функції придатності. Ця функція визначає, наскільки добре кожен портфель відповідає заданим критеріям ефективності та сумісності. Пропонується використовувати критерії ефективності проєктів, що враховує чинники проєктного середовища. До них належать очікувані вигоди для стейкхолдерів, вартість проєктів, тривалість їх виконання тощо. Окрім того оцінюється сумісність проєктів, що передбачає визначення наявних взаємозв'язків між проєктами, ресурсами, потрібними для їх виконання, а також інші показники взаємодії між ними.

Функція придатності забезпечує оцінення кожного портфеля проєктів за допомогою вагових коефіцієнтів відносно кожного із вибраних критеріїв. Загальна функція придатності має вигляд:

$$F(C_i) = \sum_{j=1}^P \pi(w_j \cdot f_j(C_i)), \quad (3.64)$$

де $F(C_i)$ – значення функції придатності для індивідума (портфеля проєктів) C_i ; P – кількість проєктів; w_j – вага критерію; $f_j(C_i)$ – значення j -го критерію для індивідума C_i .

Основними компонентами функції придатності є ефективність та сумісність, які відповідно записуються формулами

$$f_{\text{еф}}(C_i) = \sum_{k=1}^P (c_{ik} \cdot E_{fk}), \quad (3.65)$$

$$f_{\text{сум}}(C_i) = \sum_{k=1}^P \sum_{l=1}^P (c_{ik} \cdot c_{il} \cdot C_{okl}). \quad (3.66)$$

Загальне значення функції придатності для кожного індивідуума є сумою вагових значень ефективності та сумісності

$$F(C_i) = w_{\text{еф}} \cdot f_{\text{еф}}(C_i) + w_{\text{сум}} \cdot f_{\text{сум}}(C_i). \quad (3.67)$$

Отже, забезпечується розрахунок значень функції придатності для кожного індивідуума (портфеля проєктів) у популяції, що дозволяє оцінити, наскільки добре кожен портфель проєктів відповідає заданим критеріям.

Наступним кроком є турнірний відбір задля вибору батьків (портфелів проєктів) для кросоверу. Турнірний відбір є одним з методів вибору батьків для кросоверу. На цьому етапі кілька індивідуумів (портфелів проєктів) з популяції випадково обираються, і найкращий з них за значенням функції придатності стає батьком для наступного покоління. При цьому задаються параметри турніру, до яких належить розмір турніру T та кількість батьків N . При цьому приймається кількість індивідуумів, що беруть участь у кожному турнірі $T = 2 \dots 5$. Задається кількість батьків N , що обираються для кросоверу. Для кожного з N батьків випадковим чином обирається T індивідуумів з популяції. У подальшому виконується порівняння їх значення функції придатності та вибирається індивідуум з найвищим значенням функції придатності як батька.

Якщо задана популяція P_{pl} індивідуумів, а також значення функції придатності F_m для кожного індивідуума, то вибір кожного батька p виконується за формулою

$$SP[p] = \arg \max_{i \in t_m} F_m[i], \quad (3.68)$$

де t_m – множина індексів індивідуумів, випадково обраних для турніру.

Обрані батьки використовуються для наступного етапу генетичного алгоритму – кросоверу, де вони створюють нових індивідуумів (портфелів проєктів).

Наступним кроком є виконання кросоверу для генерування нових індивідуумів (портфелів проєктів). Кросовер – це генетична операція, яка комбінує інформацію з двох батьківських індивідуумів (портфелів проєктів) для створення одного або більше нових нащадків (портфелів проєктів). Кросовер сприяє пошуку оптимального рішення, зберігаючи та комбінуючи найкращі характеристики батьків. Насамперед задаються параметри кросоверу, до яких належить ймовірність кросоверу P_c , що характеризує вірогідність, що двоє обраних батьків будуть брати участь у кросовері. Зазвичай P_c вибирається в діапазоні 0.7...0.9. У подальшому випадковим чином обираються двоє батьків для кросоверу. Для кожної пари батьків генерується випадковий кросоверний пункт k :

$$k \in [1, n - 1], \quad (3.69)$$

де n – кількість проєктів у портфелі.

Нашадки створюються шляхом обміну частинами проєктів двох батьків на основі кросоверного пункту. Якщо є два батьківських портфелі проєктів P_1 та P_2 , а також кросоверний пункт k , тоді нові портфелі проєктів (нашадки) C_1 та C_2 створюються наступним чином:

$$C_1 = \{P_1[1:k], P_2[k+1:n]\}, \quad (3.70)$$

$$C_2 = \{P_2[1:k], P_1[k+1:n]\}. \quad (3.71)$$

Нові індивідууми (нашадки) створюються шляхом комбінування проєктів двох батьків, що дозволяє зберегти та поєднати найкращі характеристики від кожного з них, сприяючи підвищенню ефективності та оптимізації портфелів проєктів. Тобто на підставі генерування нових індивідуумів (портфелі проєктів), що збагачують популяцію, забезпечується їй еволюціонування та пошук оптимальних рішень щодо формування можливих портфелів проєктів розвитку госпітальних округів.

У наступному кроці передбачено мутацію для зміни деяких генів (проєктів) індивідуума (портфеля проєктів) із заданою ймовірністю. Мутація є важливою генетичною операцією, яка вводить нові генетичні варіації в популяцію, що дозволяє уникнути застою і підтримує різноманітність. Це досягається завдяки

випадковій зміні деяких генів (проектів) у кожному індивідуумі (портфелі проектів) з певною ймовірністю.

Визначення параметрів мутації здійснюється на підставі заданої ймовірності мутації P_m , що представляє вірогідність зміни кожного гена (проекту) у портфелі. Зазвичай P_m вибирається у межах $0.01 \dots 0.1$. Після цього для кожного індивідуума (портфеля проектів) та для кожного проекту у портфелі генерується випадкове число. Якщо це число менше за P_m , ген (проект P_i) змінюється на новий випадковий проект, обраний з доступного пулу проектів.

За умови, що індивідуум (портфель проектів) складається з n проектів та має ймовірність мутації P_m для кожного проекту, то процес мутації можна виразити як:

$$P_i[j] = \begin{cases} \text{випадковий проект із пулу,} & \text{if rand() < } P_m, \\ P_i[j], & \text{в іншому,} \end{cases} \quad (3.72)$$

де $P_i[j]$ – розглядуваний j -й проект у i -му індивідуумі (портфелі проектів).

Мутація дозволяє індивідуумам (портфелям проектів) вводити нові варіації, що сприяє збереженню різноманітності популяції та допомагає у пошуку глобального оптимуму. На цьому кроці моделі забезпечується те, щоб кожен портфель проектів міг змінюватися та адаптуватися до умов, вводячи нові проекти та підвищуючи шанси на знаходження найкращого управлінського рішення в процесі еволюції.

На наступному кроці виконується збереження найкращих індивідуумів (портфелів проектів) у популяції для наступного покоління. Збереження найкращих індивідуумів (елітних портфелів проектів) є важливим етапом у генетичному алгоритмі.

Під елітним портфелем проектів розвитку госпітальних округів за використання генетичного алгоритму розуміється група проектів, які були обрані як найкращі серед популяції на основі їхніх оцінок функції придатності. Ці портфелі проектів мають найвищі значення функції придатності і зберігаються без змін для наступного покоління, щоб забезпечити стабільність та поступове покращення якості рішень у популяції.

Вибір елітних портфелів проєктів розвитку госпітальних округів гарантує, що найкращі отримані рішення з поточного покоління будуть перенесені у наступне покоління без змін, що допомагає забезпечити покращення якості вибору портфелів проєктів з кожним поколінням.

Насамперед здійснюється визначення параметрів збереження завдяки показнику елітності E , що являє собою кількість найкращих індивідуумів (портфелів проєктів), які будуть збережені в наступне покоління. Зазвичай, значення показника елітності E вибирається як невеликий відсоток від загальної популяції. Для цього проводиться визначення найкращих індивідуумів (портфелів проєктів) за функцією придатності. Після цього здійснюється перенесення цих індивідуумів (портфелів проєктів) без змін у наступне покоління.

Якщо задана популяція P індивідуумів (портфелів проєктів) та функція придатності для індивідуума P_i , то можна виконати сортування цих індивідуумів за значенням функції придатності в порядку спадання:

$$SP = \text{sort}(P, f(P_i)). \quad (3.73)$$

При цьому вибір E найкращих індивідуумів:

$$P_{\text{elite}} = SP[:E]. \quad (3.74)$$

Найкращі індивідууми вибираються та зберігаються для перенесення у наступне покоління. Збереження найкращих індивідуумів E забезпечує стабільність та поступове покращення якості формування портфеля проєктів розвитку госпітальних округів у популяції з кожним поколінням. Отже, цей крок запропонованої моделі забезпечує знаходження найкращих портфелів проєктів, які завжди зберігаються та переходять до наступного покоління, сприяючи еволюції та досягненню знаходження оптимальних портфелів проєктів розвитку госпітальних округів.

У подальшому основний цикл генетичного алгоритму передбачає повторення процесів відбору, кросоверу, мутації та заміни до досягнення заданої кількості поколінь.

Останній крок в моделі оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму включає виведення найкращого

індивідуума (оптимального портфеля проєктів) з популяції. Це індивідуум, який має найвищу функцію придатності, і є найбільш прийнятним управлінським рішенням для заданого проєктного середовища у заданий момент часу.

При цьому для кожного індивідуума (портфеля проєктів) у фінальній популяції обчислюється значення функції придатності:

$$f(P_i) = F_m(P_i). \quad (3.75)$$

У подальшому знаходиться індивідуум (портфель проєктів) з найвищим значенням функції придатності:

$$P_{\text{best}} = \arg \max_{P_i \in \text{population}} f(P_i), \quad (3.76)$$

де $\arg \max$ – оператор, який знаходить індекс максимального значення.

У подальшому виконується виведення оптимального портфеля. Індивідуум (портфель проєктів), який був визнаний найкращим, виводиться як оптимальне рішення:

$$OP = P_{\text{best}}. \quad (3.77)$$

Найкращий індивідуум (портфель проєктів) виводиться як оптимальне управлінське рішення, що забезпечує найвищу ефективність серед усіх можливих портфелів проєктів розвитку госпітальних округів.

Знаходження та виведення найкращого індивідуума є завершальним кроком в моделі оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму, що дозволяє отримати оптимальний портфель проєктів, який відповідає вибраним критеріям ефективності та враховує характеристики проєктного середовища розвитку госпітального округу у заданому регіоні.

3.5. Структурна модель системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту

Планування медичних проєктів є важливими процесами, які значною мірою впливають на успішність реалізації зазначених проєктів. Для якісного їх виконання

слід розробляти відповідний управлінський інструментарій. При цьому використання системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту має численні обґрунтовані переваги та важливість у сучасному медичному середовищі. Зокрема, обчислювальний інтелект може аналізувати медичні дані з великою швидкістю та точністю, допомагаючи своєчасно виявити захворювання та розробити більш точні методи діагностики. Це сприяє підвищенню ефективності та успішності лікування.

Для створення системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту першочерговою задачею є обґрунтування структурної моделі. Структурна модель на основі обчислювального інтелекту дає змогу відобразити компоненти та взаємозв'язки між ними, що лежить в основі проєктування автоматизованих процесів щодо обґрунтування змісту проєктів та розробки індивідуальних планів лікування пацієнтів. Це забезпечує підвищення ефективності медичних проєктів. Використання обчислювального інтелекту забезпечує можливість позбутися людських помилок, які можуть мати серйозні наслідки в медицині. Окрім того, ризик виникнення небажаних дій та подій, що призводять до незворотній наслідків у лікуванні пацієнтів.

Ефективне планування та використання ресурсів у медичних проєктах зменшує витрати та сприяє оптимізації фінансових ресурсів. Це особливо важливо в умовах обмежених бюджетів у сфері охорони здоров'я. Система планування на основі обчислювального інтелекту дає можливість розробляти персоналізовані підходи до лікування, враховуючи унікальні потреби кожного пацієнта. Це покращує рівень надання медичних послуг. При цьому обчислювальний інтелект може одночасно працювати з великою кількістю даних і великою кількістю обмежень, що робить його ідеальним інструментом для масштабних медичних проєктів. Усі ці чинники свідчать про те, що розробка структурної моделі системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту є вкрай доцільною і може суттєво покращити ефективність медичних проєктів, забезпечуючи пацієнтам якісну та ефективну медичну допомогу.

Для вирішення задачі взаємодії користувачів із системою планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту створюється людино-машинний інтерфейс, який дає можливість користувачам виконувати запити та зручно взаємодіяти із системою. При цьому можна відобразити два компоненти:

- 1) підсистема користувачі – особи, що приймають рішення стосовно планування медичних проєктів;
- 2) підсистема підтримки прийняття рішень щодо планування медичних проєктів.

Взаємодія та послідовність виконання дій ОПР, а також виконання операцій у СППР щодо процесів планування медичних проєктів представлені у запропонованій структурній моделі системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту (рис. 3.10).

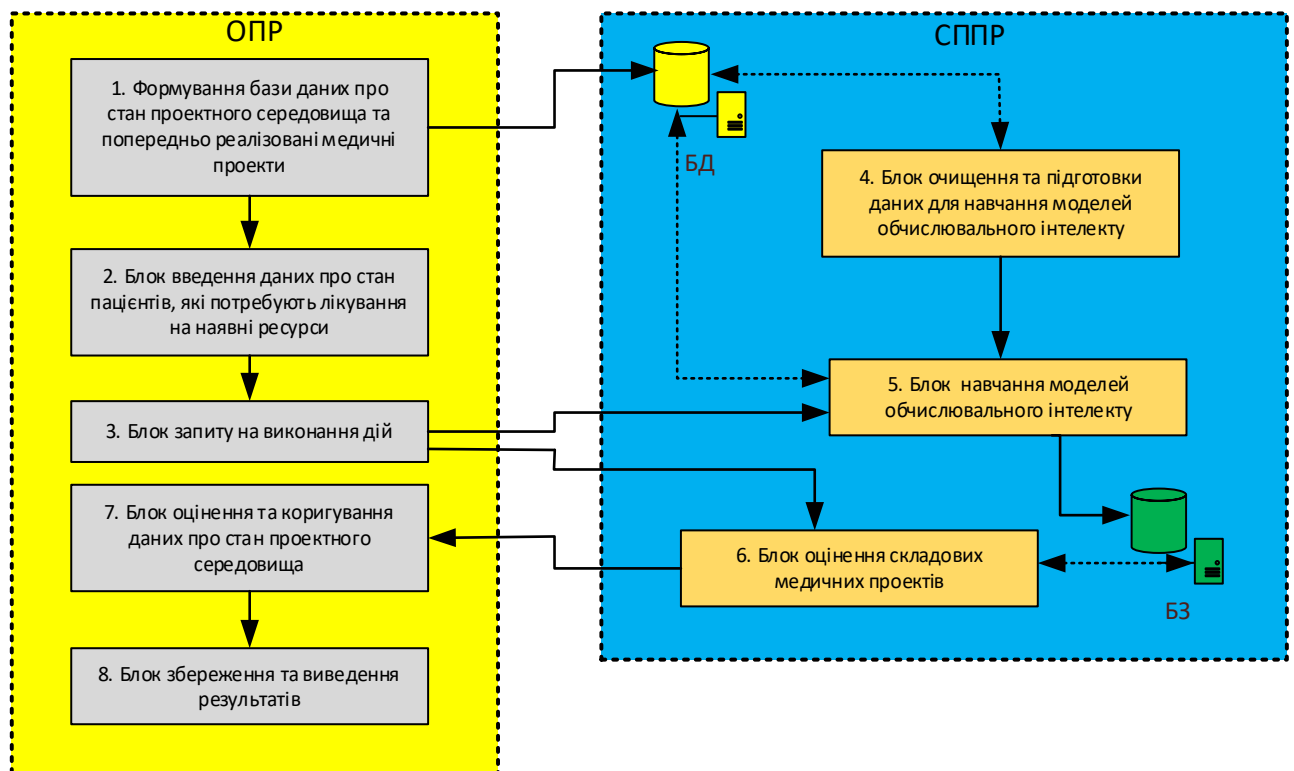


Рисунок 3.10 – Структурна модель системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту

У структурній моделі системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту передбачено базу даних (БД), базу знань (БЗ) та 8 системно взаємопов'язаних блоків, а саме:

1) блок (Unit_1) формування бази даних про стан проєктного середовища та попередньо реалізованих медичних проєктів;

2) блок введення даних про стан пацієнтів (Unit_2). Він передбачає введення даних про поточний стан пацієнтів, що потребують лікування;

3) блок запиту на виконання дій (Unit_3). Цей блок забезпечує формування запиту до СППР на підставі вибраних ОПР дій та введених даних і відомих знань, що містяться у БЗ;

4) блок очищення та підготовки даних для навчання моделей обчислювального інтелекту (Unit_4). У цьому блоці отримані дані з БД із врахуванням результатів попередніх дій за потреби очищаються, заповнюються пропуски, перетворюються у бажаний формат, що в цілому забезпечує підготовку цих даних для використання під час навчання моделей обчислювального інтелекту;

5) блок навчання моделей обчислювального інтелекту (Unit_5). Цей блок передбачає навчання моделей обчислювального інтелекту для оцінки складових медичних проєктів на основі підготовлених даних;

6) блок оцінення складових медичних проєктів (Unit_6). У цьому блоці навчені моделі обчислювального інтелекту використовуються для оцінки складових медичних проєктів на підставі введених даних про стан пацієнтів;

7) блок оцінення та коригування даних пацієнта (Unit_7). Поточна оцінка стану пацієнтів може вплинути на складові медичних проєктів, тому у цьому блоці передбачена необхідна корекція цих даних;

8) блок збереження та виведення результатів (Unit_8). Результати оцінки складових медичних проєктів зберігаються у окремий файл та виводяться користувачеві у діалогове вікно у вигляді графіків та/або текстового опису.

У системі планування медичних проєктів можуть використовуватися різноманітні моделі обчислювального інтелекту. Їх вибір залежить від наявності даних про стан проєктного середовища, особливостей та видів медичних проєктів, видів процесів планування медичних проєктів, їх призначення, структури та методології. Ми описали приналежність моделей до напрямів обчислювального

інтелекту та задач планування медичних проєктів, для яких використовують зазначені моделі (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Приналежність моделей до напрямків обчислювального інтелекту та їх використання для вирішення задач планування медичних проєктів

Приналежність моделей до напрямків обчислювального інтелекту	Вирішувана задача планування медичних проєктів
Машинне навчання (Machine Learning)	Прогнозування ризику виникнення захворювань і розвитку медичних патологій, включаючи рак, діабет, захворювання серця та інші, а також тривалості проєктів їх лікування.
Нейронні мережі (нейронні мережі)	Аналіз медичних зображень, включаючи рентгенограми, МРТ, КТ, для автоматичного виявлення патологій та визначення їх стану, а також складових реалізації проєктів їх лікування.
Експертні системи (Expert Systems)	Розробка планів проєктів лікування пацієнтів та визначення показників для конкретних випадків на основі медичних даних та знань експертів.
Генетичні алгоритми (Genetic Algorithms)	Оптимізація генетичних досліджень та вибір найефективніших дій у проєктах лікування різних хвороб.
Системи розпізнавання образів (Computer Vision Systems)	Розпізнавання різних структур на медичних зображеннях, у тому числі, дефекти, кровотечі тощо, що лежить в основі створення планів проєктів лікування пацієнтів.
Агенти зі штучним інтелектом (AI Agents)	Управління процесами планування та реалізація планів хірургічних операцій, реабілітаційних процедур та інших медичних проєктів з використанням агентів та автономних систем, які здатні взаємодіяти з оточенням та вирішувати завдання в реальному часі.

Представлена таблиця 3.2 вказує на те, що наявні різноманітні моделі обчислювального інтелекту, які здатні допомагати вирішувати множину різнонаправлених завдань планування проєктів в медицині, включаючи діагностику, лікування, оптимізацію ресурсів та прийняття якісних управлінських рішень. Слід зазначити, що обчислювальний інтелект – це підгалузь штучного інтелекту, яка поєднує в собі різні методи та технології. Їх можна використовувати

для розв'язання складних завдань планування медичних проєктів. При цьому використовуються різні підходи та моделі, які слід обґрунтовувати на підставі виконання відповідних досліджень із врахування як особливостей медичних проєктів, так і їх проєктного середовища.

Виконаємо опис роботи системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту більш детально. Для цього приймаємо, що:

D – множина даних про попередньо реалізовані медичні проєкти та стан лікування пацієнтів, яка зберігається у БД;

P – множина характеристик стану проєктного середовища (пацієнтів), введених у Unit_2;

Q – запит на виконання дій, створений у Unit_3;

R – результати попередніх дій, що можуть бути використані для підготовки даних (наприклад, дані про коригування стану пацієнтів), а також дані для навчання моделі;

M – навчені моделі обчислювального інтелекту, які використовуються для оцінки складових медичних проєктів;

$E(t)$ – оцінка складових медичних проєктів, отриманих з використанням моделей обчислювального інтелекту M ;

ND – нові дані про стан проєктного середовища, що можуть бути відкориговані або оновлені після оцінення складових медичних проєктів.

Процес формування бази даних (БД) про складові медичних проєктів можна записати:

$$Database_formation() \Rightarrow D, \quad (3.72)$$

де $Database_formation()$ – функція, яка виконує операцію формування бази даних.

Розглянемо більш детально функцію $Database_formation()$, що забезпечує формування бази даних для оцінення складових медичних проєктів.

Нехай P_1, P_2, \dots, P_n є даними, які відображають характеристики проєктного середовища та стан n пацієнтів (особливості лікування, вага, зріст, вік, стать, результати аналізів, стан здоров'я тощо). При цьому множина даних про n -х

пацієнтів, які зберігаються у БД, представляється як множина кортежів, де кожен кортеж містить значення параметрів для конкретного пацієнта:

$$D = \{(P_1, P_2, \dots, P_n), (P_1, P_2, \dots, P_m), \dots\}, \quad (3.73)$$

де n, m – кількість пацієнтів в базі даних, осіб; P_i – значення характеристик окремих пацієнтів, які відображають конкретні дані для кожної з них.

У реальній реалізації множина даних D про лікування різних хвороб пацієнтів представляється у вигляді таблиці або структури даних. У загальному вигляді, функція *Database_formation()* забезпечує створення цієї множини кортежів, які відображають дані про лікування пацієнтів.

Детальніше розглянемо, як виглядає процес введення у Unit_2 множини характеристик P стану пацієнта. Характеристики P стану пацієнта являють собою набір інформації про пацієнта, який потребує лікування певного виду хвороби. Ці характеристики можна отримати із електронної медичної документації (EMR) [250]. До них належать такі дані про пацієнтів, як:

- 1) дата госпіталізації пацієнта (Date_hospitalization);
- 2) дата виписування пацієнта із лікарні (Date_discharge);
- 3) відділення, де лікувався пацієнт (Department);
- 4) дата народження пацієнта (Date_birth);
- 5) місце проживання пацієнта (Residence);
- 6) температура, з якою прибув на лікування пацієнт (Temperature);
- 7) ріст пацієнта (Height);
- 8) тривалість життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування пацієнтів (Bed_days);
- 9) стать пацієнта (Human_gender);
- 10) вага пацієнта (Weight);
- 11) вид госпіталізації пацієнта (In_hospital);
- 12) стан хвороби пацієнта (Condition);
- 13) вид населеного пункту, де проживає пацієнт (Type_settlement);
- 14) результат лікування пацієнта (Result).

Можемо представити процес введення у Unit_2 множини характеристик P стану пацієнта:

$$P_i = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}, \quad (3.74)$$

де p_1, p_2, \dots, p_k – це реальні значення характеристик пацієнта; k – кількість характеристик пацієнта.

Функція введення характеристик P стану пацієнта являє собою процес, в якому користувач вводить значення кожної окремої характеристики пацієнта P_i у вікно користувача.

Розглянемо детальніше, як виглядає процес формування запиту на виконання дій у Unit_3. Цей блок відіграє ключову роль у взаємодії між користувачем і системою підтримки прийняття рішень для оцінення складових медичних проєктів. Основна ідея полягає у використанні введених даних про пацієнтів, відомих знань з бази знань і сформованих попередніх запитів для визначення конкретних дій, які СППР має виконати для оцінки складових медичних проєктів. Нехай відомі множина даних D про лікування пацієнтів, яка зберігається у БД, множина відомих знань K , що містяться у базі знань (БЗ) та множина запитів Q , сформованих на попередніх етапах. Таким чином, функція формування запиту на виконання дій $Request_formation(D, K, Q)$ має вигляд:

$$Request_formation(D, K, Q) \Rightarrow \{O_i\}, \quad (3.75)$$

де $Request_formation(D, K, Q)$ – функція формування запиту на виконання дій; $\{O_i\}$ – множина обраних операцій прийняття рішень під час формування запиту.

Цей процес може включати виконання навчання моделей обчислювального інтелекту M , виконання оцінювання складових медичних проєктів $E(t)$, що забезпечується із використанням моделей M , очищення усіх полів вікна користувача системи та збереження отриманих результатів оцінювання складових медичних проєктів $E(t)$. Формування запиту $Request_formation(D, K, Q)$ є складною функцією, яка враховує різні характеристики пацієнтів та правила, що

визначають обрані дії. Важливо розуміти, що нами представлена загальна концепція і її реалізація, що враховує специфіку системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту та використання запропонованих моделей та методів.

Розглянемо детальніше, як виглядає процес очищення та підготовки даних у Unit_4. Зокрема, функція $Data_cleaning_preparation(D,R)$ блоку очищення та підготовки даних має вигляд:

$$Data_cleaning_preparation(D,R) \Rightarrow D_c, \quad (3.76)$$

де $Data_cleaning_preparation(D,R)$ – функція очищення та підготовки даних; D – множина даних про попередньо реалізовані медичні проєкти, яка зберігається у БД; R – результати попередніх дій; D_c – множина підготовлених даних.

У реальності процес (5) є досить складним і включає багато кроків із обробки даних, які залежать від їх типу, наявності пропусків та аномалій, а також вимог конкретної моделі обчислювального інтелекту M .

Розглянемо процес навчання моделей обчислювального інтелекту M , який відбувається у блоці навчання (Unit_5). При цьому позначимо такі елементи:

X – навчальний набір вхідних ознак (властивостей), які підготовлені на попередньому етапі підготовки даних (Unit_4);

Y – навчальний набір відповідних цільових значень, що у нашому випадку представляє оцінку складових медичних проєктів $E(t)$;

M – модель обчислювального інтелекту, яку ми хочемо навчити;

θ – параметри моделі M , яку будемо навчати.

Навчання моделі обчислювального інтелекту полягає у пошуку таких параметрів θ , які мінімізують помилку між прогнозами складових медичних проєктів завдяки із використанням моделі і справжніми значеннями цільових показників. Цю помилку можна виразити у вигляді функції втрат $L(\theta)$, яку модель намагається зменшити:

$$L(\theta) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L(y_i, M(x_i, \theta)), \quad (3.77)$$

де N – кількість прикладів в навчальному наборі, x_i, y_i – вхідні признаки та відповідні цільові значення для i -го прикладу; L – функція втрат, яка визначає різницю між прогнозом моделі $M(x_i, \theta)$ і реальним значенням y_i тривалості лікування пацієнтів.

Під час навчання моделей обчислювального інтелекту використовується алгоритм оптимізації для знаходження оптимальних параметрів θ , які мінімізують функцію втрат $L(\theta)$. Це може бути градієнтний спуск, Adam, RMSProp тощо. Оновлення параметрів зазвичай виконується за правилом:

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \alpha \cdot \nabla L(\theta_t), \quad (3.78)$$

де α – крок навчання (швидкість навчання), $\nabla L(\theta_t)$ – градієнт функції втрат по відношенню до параметрів θ на кроці t .

Отже, процес навчання моделей обчислювального інтелекту у блоку навчання моделей (Unit_5) полягає в пошуку таких параметрів моделі θ , які мінімізують функцію втрат $L(\theta)$, що включає в себе розбіжність між прогнозами моделі та справжніми значеннями цільових змінних – наприклад, тривалості проєктів лікування пацієнтів.

У блоці оцінення складових медичних проєктів (Unit_6) на основі введених даних про стан пацієнтів P , використовують навчені моделі обчислювального інтелекту M , щоб здійснити прогноз складових медичних проєктів $E(t)$. Цей процес може бути представлений таким чином:

$$E(t) = M(P), \quad (3.79)$$

де $E(t)$ – оцінка складових медичних проєктів, яка отримується з використанням навченої моделі M ; P – вектор вхідних характеристик пацієнта, який прибув на лікування.

Зазначений процес (3.79) полягає в тому, що моделі обчислювального інтелекту, після навчання на відповідному наборі даних D , можуть робити прогнози на основі вхідних даних. Наприклад, модель обчислювального інтелекту

використовує введені характеристики пацієнта P для визначення тривалості проекту його лікування $E(t)$. Важливо зазначити, що точність та якість прогнозу із використанням таких моделей значною мірою залежить від якості навчання, кількості даних, архітектури моделі та інших чинників.

Під час оцінки складових медичних проєктів $E(t)$ слід враховувати реальні дані про стан пацієнтів P , оскільки вони можуть виявитися неправильними або неактуальними через зміну змісту та тривалості проекту лікування. Тому необхідно коригувати дані пацієнта P , щоб вони відображали новий прогнозований стан проекту після оцінки його тривалості, що передбачає Unit_7. Цей процес можна записати із використанням функції $Data_adjustment(P, E(t))$ коригування даних таким чином:

$$Data_adjustment(P, E(t)) \Rightarrow P', \quad (3.80)$$

де P' – вектор коригованих характеристик медичного проєкту, P – початкові характеристики пацієнта, $E(t)$ – оцінка складових медичних проєктів.

У запропонованій системі планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту для оцінення їх складових є функція $Data_adjustment(P, E(t))$ коригування даних. Вона може включати різні кроки для коригування характеристик проєктів на основі оцінки складових медичних проєктів. Зокрема, передбачає зміни відповідно до того, як лікування впливає на певні параметри здоров'я пацієнта. Слід зазначити, що реалізація функції коригування даних у запропонованій системі планування медичних проєктів може варіюватися залежно від специфіки пацієнтів та типу даних про них.

Завершальним є процес збереження та виведення результатів оцінки складових медичних проєктів, який реалізовується блоком збереження та виведення результатів (Unit_8). На цьому етапі уже маємо оцінку складових медичних проєктів $E(t)$, яку отримали після оцінки та коригування даних. Зазвичай результати оцінки складових медичних проєктів зберігаються у вигляді файлу або у базі даних. Для представлення цих результатів використовується

текстовий формат (CSV-файл, JSON-структура або інший формат), який зручний для збереження та подальшої обробки даних. Цей процес відбувається завдяки функції $Save_results(E(t), File)$ збереження результатів, яку можна записати як:

$$Save_results(E(t), File) \Rightarrow File_text, \quad (3.81)$$

де $Save_results(E(t), File)$ – функції збереження результатів; $E(t)$ – оцінка складових медичних проєктів, $File_text$ – текстовий файл із збереженими результатами.

У запропонованій системі планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту також передбачається, що результати виводяться користувачеві в діалоговому вікні. Для цього створено окремі поля, у які виводиться текстовий опис та графік для наглядного представлення результатів оцінка тривалості лікування пацієнтів. Текстовий опис містить інформацію як про введені характеристики пацієнта P , так і інформацію про визначені показники складових медичних проєктів $E(t)$. При цьому графік використовується для візуального відображення показників оцінки складових медичних проєктів $E(t)$, а також порівняння із середніми значеннями, які визначені на підставі наявних даних у базі даних. Графік подається у вигляді стовпчикової діаграми розподілу показників складових медичних проєктів $E(t)$, на якій відображається прогнозоване значення та середнє. Цей процес відбувається завдяки функції $Output_results(E(t), Text, Graph)$ виведення результатів, яка записується таким чином:

$$Output_results(E(t), Text, Graph) \Rightarrow (Text_E(t), Graph_E(t)), \quad (3.82)$$

де $Output_results(E(t), Text, Graph)$ – функція виведення результатів; $Text_E(t)$ – текстовий опис отриманих результатів, $Graph_E(t)$ – графік для відображення результатів оцінення складових медичних проєктів $E(t)$.

Функція (3.82) у блоці збереження та виведення результатів (Unit_8) завершує цикл роботи системи планування медичних проєктів на основі

обчислювального інтелекту для оцінення складових медичних проєктів, а отримані результати надаються користувачеві для подальшого аналізу та прийняття рішення.

3.6. Обґрунтування нейромережевої моделі прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування пацієнтів

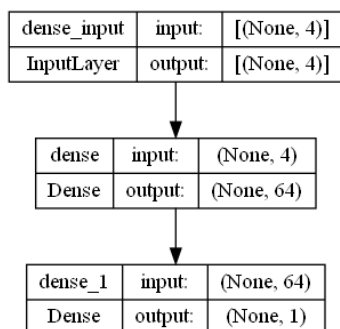
На підставі отриманих та підготовлених даних здійснено обґрунтування параметрів нейромережевої моделі для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету. У нашому дослідженні прийнято, що архітектура моделі обирається відповідно до особливостей вимог до задачі прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету. В даному випадку прийнято модель з простою нейронною мережею зі змінною кількістю прихованих шарів, що має 64 нейрони. Відомо [218], що така архітектура нейромережевої моделі може бути ефективною, якщо даних не дуже багато і вони мають досить просту структуру. Крім того, в нашому дослідженні порівнювалися моделі від 2 до 7 шарів (рис. 3.11). Збільшувати їх кількість недоцільно, щоб уникнути перенавчання моделі.

В останні роки багато дослідників використовують функцію активації ReLU. У нашому дослідженні використовується функція активації ReLU, яка дозволяє моделі зчитувати необроблені дані і витягувати з них корисні ознаки. Математично її можна описати формулою:

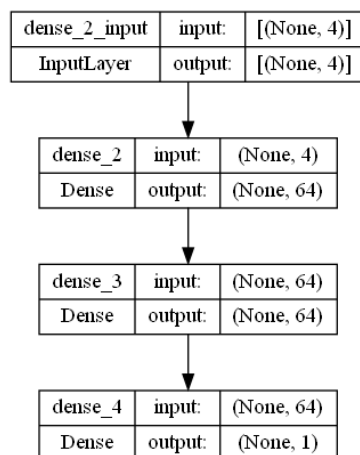
$$\sigma(X_i) = \max(0, X_i). \quad (3.83)$$

Використання функції ReLU значно збільшує швидкість збіжності стохастичного градієнтного спуску порівняно з сигмоїдним і гіперболічним тангенсом. Це пов'язано з лінійним характером, і в той же час, з відсутністю насичення цієї функції.

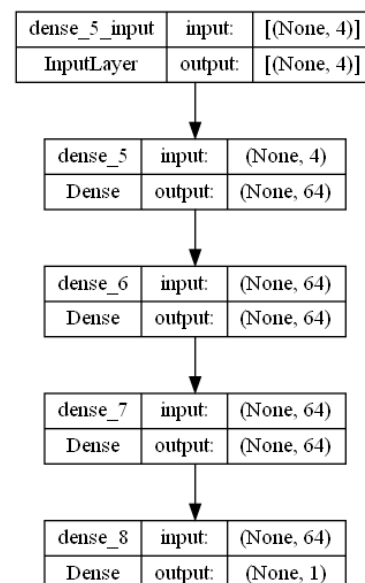
Модель із 2 шарами



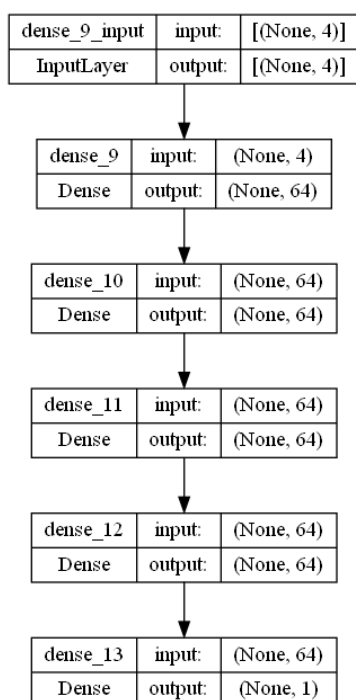
Модель із 3 шарами



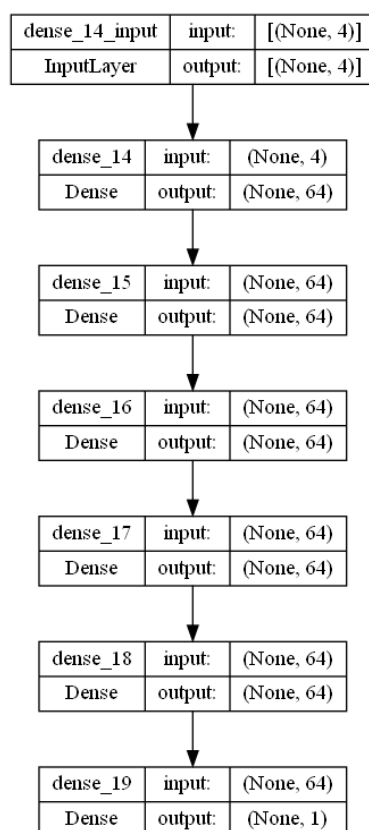
Модель із 4 шарами



Модель із 5 шарами



Модель із 6 шарами



Модель із 7 шарами

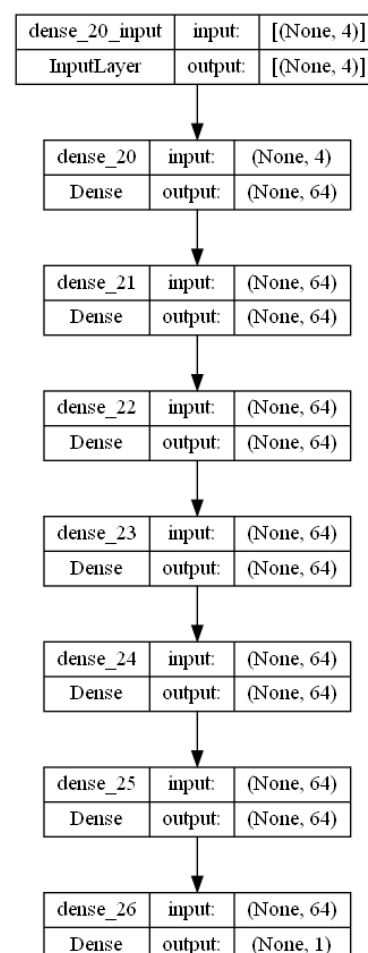


Рисунок 3.11 – Архітектура досліджуваних моделей прямих нейронних мереж для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей

Можна відобразити функцію активації ReLU у вигляді графіка (рис. 3.12)

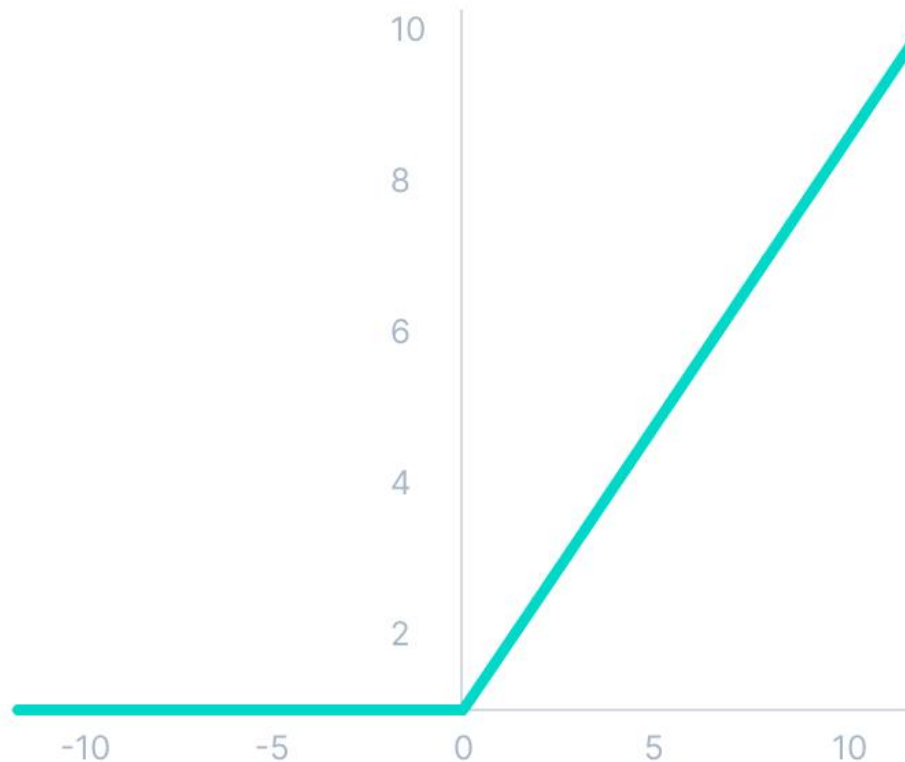


Рисунок 3.12 – Функція активації ReLU

Вихідний шар має один нейрон і не має функції активації. Це свідчить про те, що модель розв’язує задачу регресії, де необхідно спрогнозувати значення числової величини – тривалість життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.

Ми обрали метрики MSE та MAE, які дозволяють відстежувати якість роботи моделі під час навчання та тестування, а також допомагають розширити продуктивність моделі в різних аспектах. Зокрема:

➤ MSE (Mean Squared Error) – показник оцінки якості регресійних моделей, який передбачає розрахунок середньоквадратичної різниці між прогнозованими значеннями за допомогою моделей та істинними значеннями:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2 . \quad (3.84)$$

де Y_i – реальна тривалість життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей, днів; \hat{Y}_i – прогнозована тривалість життєвого циклу

проектів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей, днів; N – кількість прикладів у наборі даних, одиниць.

➤ MAE (Mean Absolute Error) – показник оцінки якості регресійних моделей, який передбачає розрахунок середнього значення різниці між прогнозованими значеннями моделей та істинними значеннями:

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Y_i - \hat{Y}|. \quad (3.85)$$

Також слід зазначити, що в нашому дослідженні функції втрат MSE та оптимізатор Adam були обрані з різним значенням швидкості навчання (learning rate) від 0,0001 до 0,1, що дозволяє відновити поширення помилок та зменшити втрати під час навчання моделі. Adam (Adaptive Moment Estimation) - адаптивний оптимізатор з моментами, які широко використовуються для навчання нейронних мереж [276]. Він поєднує в собі два методи, а саме градієнтний спуск з моментами (Momentum) та адаптивний градієнтний спуск (RMSProp). Оптимізатор Adam використовує перший та другий моменти градієнта для адаптивного та швидкого оновлення ваг та зміщень. Значення моментів обчислюються на кожному кроці оптимізації шляхом згладжування градієнтів. Величина згладжування контролюється параметрами β_1 та β_2 . Додатково оптимізатор Adam використовує параметр для стабілізації знаменника при поширенні виразу для оновлення ваг:

$$\omega_{t+1} = \omega_t - \frac{\eta}{\sqrt{\hat{v}_t} + \varepsilon} \hat{\mu}_t, \quad (3.86)$$

де ω_t – вектор ваг на кроці t ; η – швидкість навчання; $\hat{\mu}_t$, \hat{v}_t – оцінка першого та другого моментів градієнта на кроці t ; ε – невеликий плагін стабілізації, який гарантує, що ділення $\sqrt{\hat{v}_t}$ не призведе до ділення на 0.

Формула для оцінювання моментів градієнта оптимізатора Adam визначається за формулами:

$$\hat{\mu}_t = \beta_1 \mu_{t-1} + (1 - \beta_1) q_t, \quad (3.87)$$

$$\hat{v}_t = \beta_2 v_{t-1} + (1 - \beta_2) q_t^2, \quad (3.88)$$

де q_t – градієнт на кроці t ; β_1, β_2 – параметри згладжування, зазвичай $\beta_1=0.9$ та $\beta_2=0.999$.

Оптимізатор Adam є добре збалансованим алгоритмом оптимізації для задач машинного навчання і рекомендується багатьма дослідниками як «тихий» оптимізатор для навчання глибоких нейронних мереж.

Загалом, обрані варіанти архітектури моделі та набір їх параметрів є основою для розв’язання регресійної задачі – прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей за допомогою нейронних мереж. Однак варто звернути увагу на те, що параметри моделі слід оптимізувати для уникнення її перенавчання та обґрунтувати оптимальну архітектуру для підвищення точності прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.

На підставі обраних архітектур моделей (рис. 3.11) та описаних вище метрик, що представлені у формулах (2.28-2.31), здійснено обґрунтування нейромережевої моделі прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету та оцінка показників її точності

На основі запропонованих варіантів архітектури досліджуваних нейромережевих моделей прямого зв’язку було створено моделі та проведено імітаційне моделювання для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей. Результати моделювання показують (рис. 3.13), що втрата тестових даних для кожної з моделей змінюється по-різному зі збільшенням кількості епох. При цьому вважають, що чим менша втрата, тим краща модель.

Таблиця 3.3 – Результати визначення показників втрат на тестових даних

Варіант моделі	Швидкість навчання моделі, мс/крок	Модель тестових втрат
Модель 2	2	0.0488
Модель 3	2	0.0498
Модель 4	3	0.0483
Модель 5	2	0.0484
Модель 6	2	0.0469
Модель 7	2	0.0465

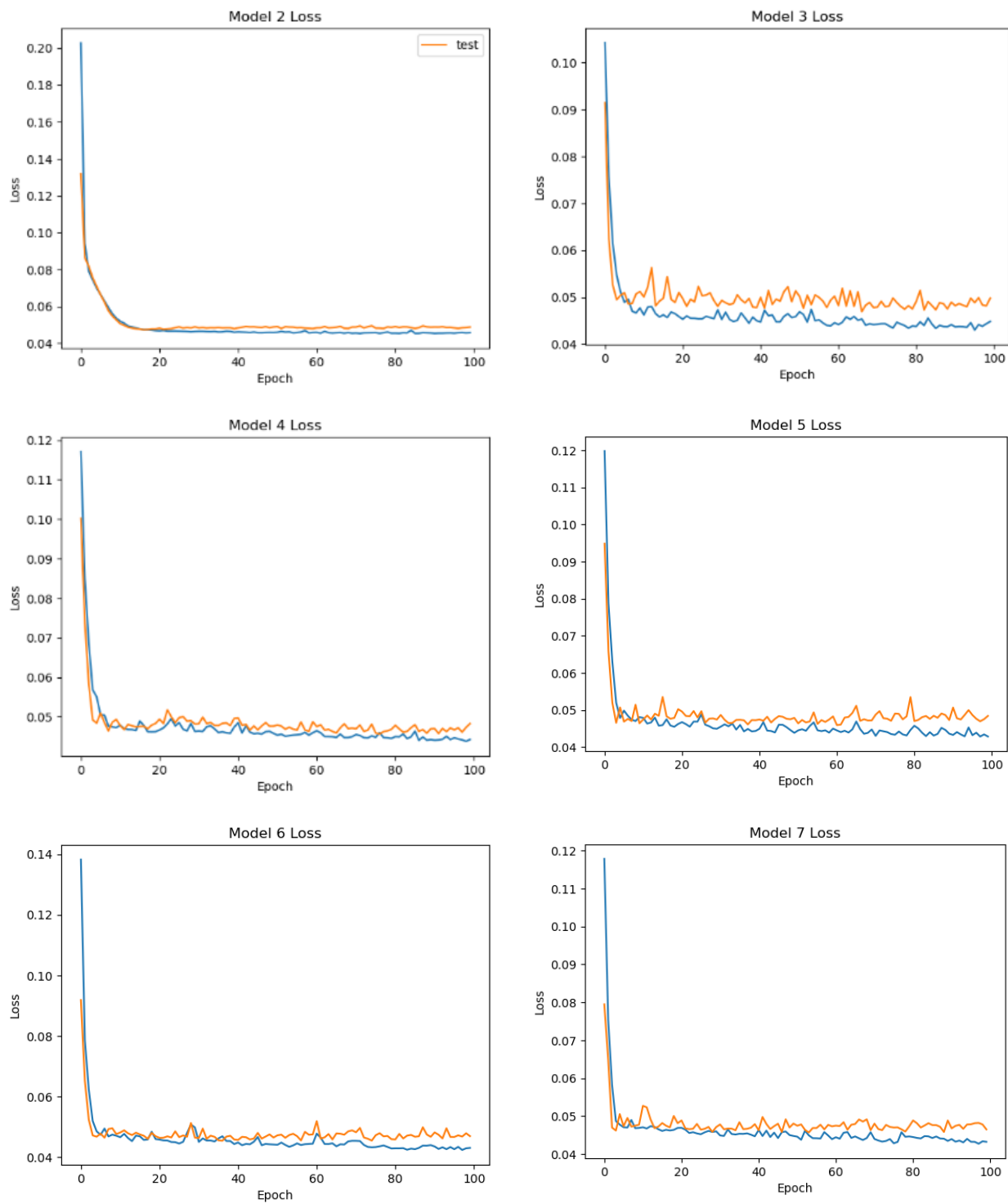


Рисунок 3.13 – Залежності зміни втрат досліджуваних моделей від кількості епох навчання за середньоквадратичною похибкою (MSE)

За даними таблиці 3.3 можна зробити наступні висновки. Найповільніше навчалася модель 4. Вона навчалася зі швидкістю 3 мс/крок, тоді як всі інші моделі навчалися зі швидкістю 2 мс/крок. Найкращі показники втрат на тестових даних мають моделі 6 та 7 з втратами 0,0469 та 0,0465 відповідно. Найгірші показники показала модель 3 зі швидкістю навчання 2 мс/крок та втратами на тестових даних 0,0498. Загалом можна сказати, що швидкість навчання моделі не завжди корелює з її точністю, тому необхідно звертати увагу на кінцеві показники на тестових даних, які представлені на рис. 3.13.

Встановлено, що всі варіанти досліджуваних моделей мають досить низькі втрати, що свідчить про їх ефективність. Важливо також звернути увагу на різницю між втратами на навчальних та тестових даних. Якщо вказана різниця є значною, це може бути ознакою перенавчання моделі на навчальних даних. Для оцінки втрат були використані такі метрики, як середня абсолютна похибка (MAE) та середня квадратична похибка (MSE) точності, щоб отримати більш повне уявлення про роботу моделей.

На основі отриманих залежностей встановлено, що найкращі результати показує модель 2, якої достатньо для навчання 50 епох (рис. 3.14). Всі інші моделі схильні до перенавчання. Модель 2 має параметри, представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати визначення параметрів моделі 2 «sequential_6»

Шар (тип)	Вихідна форма	Параметри
dense_27 (Dense)	(None, 64)	320
dense_28 (Dense)	(None, 1)	65

Всього параметрів: 385

Параметри, які можна тренувати: 385

Параметри, що не тренуються: 0

У таблиці 3.4 показано, що запропонована модель складається з двох шарів. Перший шар має тип Dense з 64 нейронами та функцією активації ReLU, а другий шар також має тип Dense та 1 нейрон, який використовується для розв'язання регресійної задачі, оскільки вихідною величиною є єдине числове значення

тривалості проєктів лікування діабету в стаціонарі. Загальна кількість параметрів моделі становить 385, що включає кількість нейронів, зсуви та входи для кожного нейрона. Крім того, всі параметри підлягають навчанню.

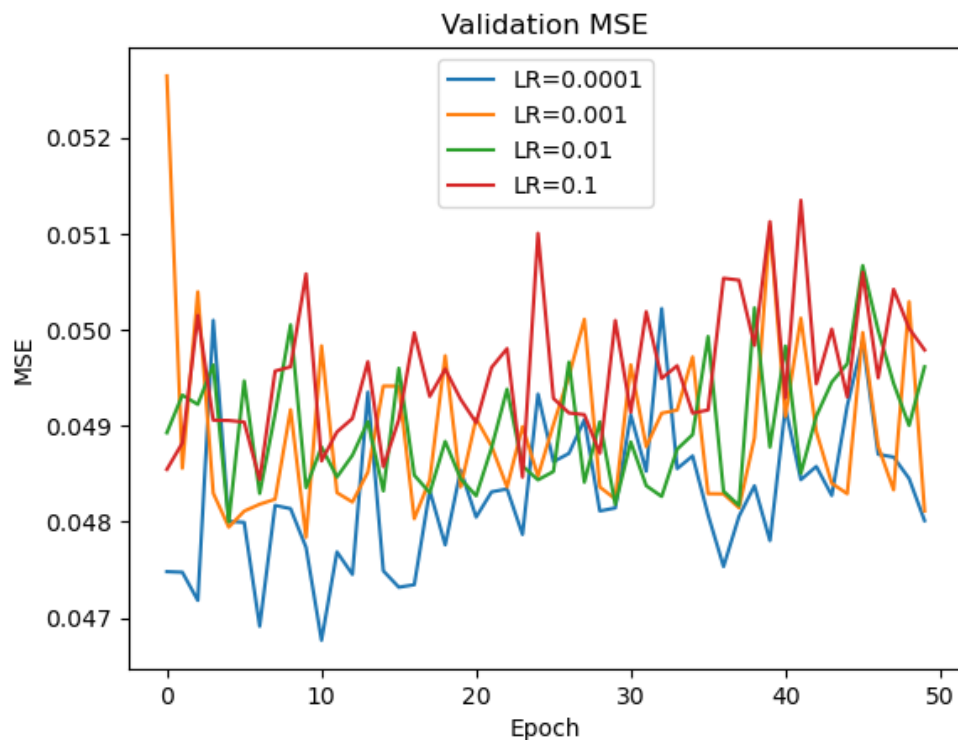


Рисунок 3.14 – Результати оцінки втрат моделі при різних значеннях швидкості навчання для оптимізатора Adam

Використовуємо обрану модель 2 для подальших досліджень, пов'язаних з оптимізацією її параметрів (рис. 3.14). При цьому задаємо різні значення швидкості навчання для оптимізатора Adam:

$$learning_rates = [0.0001, 0.001, 0.01, 0.1]. \quad (3.89)$$

За результатами дослідження встановлено, що найкращі результати показує модель з найменшим значенням швидкості навчання. Таким чином, запропонована раціональна нейромережева модель прямого зв'язку для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей має архітектуру, що складається з двох шарів (перший - тип Dense з 64 нейронами та функцією активації ReLU, а другий – тип Dense та 1 нейрон). Загальна кількість параметрів моделі становить 385. У запропонованій моделі швидкість навчання дорівнює 0.0001. Це значення встановлено експериментально, що може допомогти

підвищити точність отриманих прогнозів за використання нейромережевої моделі прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.

Висновки до розділу 3

1. Розроблена концептуальна модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів передбачає системне виконання дев'ятнадцяти управлінських процесів на трьох рівнях впродовж п'яти етапів. У основі управлінських процесів лежить узгодження архітектури портфелів проєктів розвитку госпітальних округів, а також конфігурації проєктів із динамічних проєктним середовищем, що дає можливість отримати продукти проєктів із максимальною цінністю для стейкхолдерів.

2. Розроблений адаптивно-ціннісний метод ініціації проєктів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів передбачає виконання семи етапів, які базуються на використанні обчислювального інтелекту, забезпечують визначення пріоритетних проєктів завдяки адаптації їх продукту до вимог стейкхолдерів та мінливого проєктного середовища, що лежить в основі створення максимальної цінності від реалізації зазначених проєктів.

3. Удосконалений метод адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища складається з шести взаємопов'язаних етапів, які базуються на використанні адаптивно-ціннісного підходу, методах машинного навчання та багатокритеріального аналізу, а також використання генетичного алгоритму для оптимізації портфеля проєктів, що дозволяє автоматизувати та покращити точність зазначеного процесу і на відміну від існуючих методів забезпечує підвищення ефективності та результативності реалізації проєктів розвитку госпітальних округів із урахуванням змін у проєктному середовищі та потреб стейкхолдерів.

4. Запропонована модель оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів передбачає системне виконання дев'яти кроків, які базуються

на використанні генетичного алгоритму, що забезпечує розрахунок значень функції придатності для кожного індивідуума (портфеля проєктів) у популяції та дозволяє визначити оптимальний портфель проєктів, який відповідає вибраним критеріям ефективності та враховує характеристики проєктного середовища розвитку госпітального округу у заданому регіоні.

5. Удосконалена структурна модель системи планування медичних проєктів, яка на відміну від існуючих базується на використанні обчислювального інтелекту та передбачає дві підсистеми, в яких використовуються база даних, база знань та вісім системно взаємопов'язаних блоків, які забезпечують автоматизоване виконання управлінських процесів стосовно обґрунтування змісту проєктів та розробки індивідуальних планів лікування пацієнтів, що лежить в основі підвищення точності прийняття управлінських рішень та ефективності реалізації медичних проєктів.

6. Запропонована раціональна нейромережева модель прямого зв'язку для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування пацієнтів має архітектуру, що включає два шари (перший - типу Dense з 64 нейронами та функцією активації ReLU, другий - типу Dense та 1 нейрон) та загальна кількість параметрів моделі становить 385, пришвидшує процес прийняття управлінського рішення та підвищує його точність, що лежить в основі створення інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів.

РОЗДІЛ 4. МЕТОДИ І МОДЕЛІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-СИМВОЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

4.1. Оцінення вимог до методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів

Диференціально-символьне управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів являє собою комплексний підхід, який поєднує в собі методи математичного моделювання, диференціального аналізу та символьного обчислення для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Цей підхід дає можливість враховувати складні динамічні процеси, що відбуваються в предметній галузі (медичних закладах), які лежать в основі прийняття якісних управлінських рішень. Саме це дає можливість забезпечити оптимізацію управлінських процесів, які забезпечують узгодження дій із мінливим проєктним середовищем під час реалізації проєктів функціонування та розвитку медичних закладів.

Під час використання диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів існує потреба у розробці специфічних методів та моделей. Методи управління проєктами передбачають представлення структурованих принципів, інструментів, технік та обґрунтованих етапів виконання різних управлінських процесів для планування, організації, виконання, моніторингу та завершення проєктів. Вони надають можливість проєктним менеджерам мати чітке уявлення про те, як організувати управлінську діяльність, розподілити ресурси та відстежувати стан реалізації проєктів. Це дозволяє досягати поставлених цілей стосовно реалізації проєктів функціонування та розвитку медичних закладів у задані терміни, в межах виділеного бюджету та з узгодженою між стейкхолдерами якістю. Водночас моделі управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів відображають структурований підхід, який описує загальні принципи, фази та етапи процесів управління. Вони забезпечують основу для виконання управлінських процесів планування,

виконання, моніторингу та завершення проєктів функціонування та розвитку медичних закладів.

Таблиця 4.1 – Основні відмінності між моделями та методами диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів

Характеристика	Моделі	Методи
Основне призначення	Забезпечення загальної структури та етапів диференціально-символьного управління проєктами	Надання конкретних інструментів та технік
Фокус	Організація виконання проєкту впродовж життєвого циклу	Розв'язання окремих завдань у межах проєкту
Гнучкість	Вибирається залежно від типу проєкту	Може бути застосований у будь-якій моделі
Фази/етапи	Ініціація, планування, виконання, моніторинг, завершення	Планування, оцінка ризиків, управління змінами
Застосування	Визначає загальний підхід до управління	Вирішує конкретні задачі
Приклади з медичної сфери	Модель диференціально-символьного управління розвитком медичних закладів з урахуванням демографічних змін	Метод диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

Як методи, так і моделі за використання диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів, мають свої унікальні особливості та характеристики. У поданій таблиці 4.1 представлено основні відмінності між моделями та методами диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів.

Таким чином, моделі диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів забезпечують відображення структури процесів та напрямку їх взаємодії під час реалізації зазначених проєктів, тоді як методи управління проєктами забезпечують конкретні інструменти та техніки для вирішення особливих задач у межах цієї структури.

Для ефективного використання диференціально-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів використовувані методи та моделі повинні відповідати вимогам, які представлені на рис. 3.1.

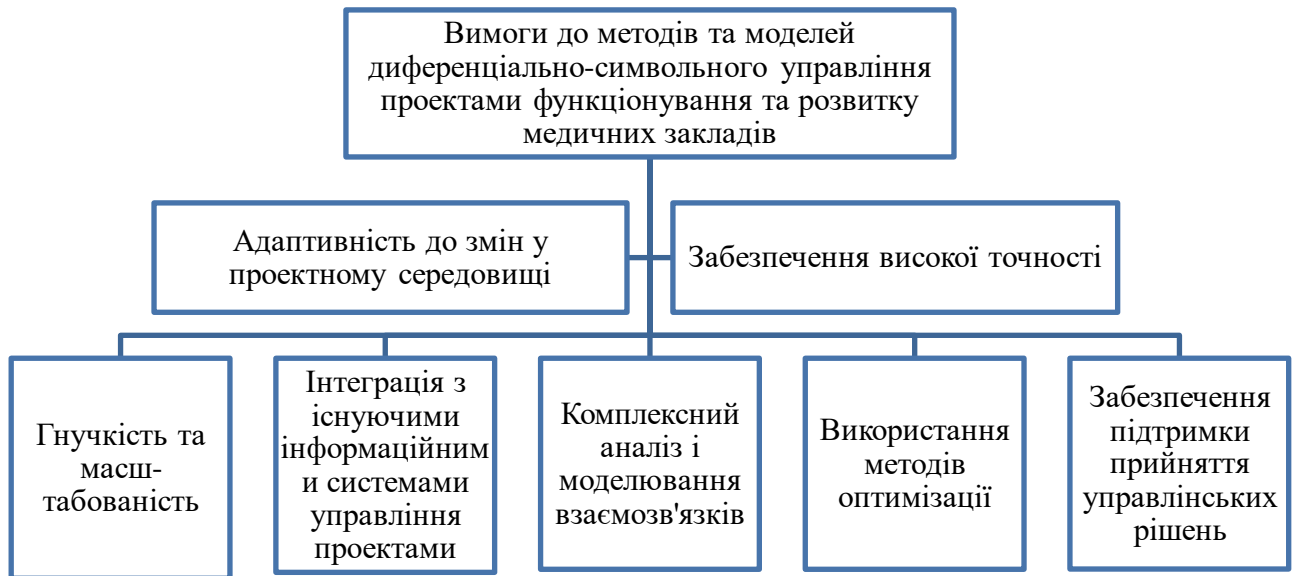


Рисунок 4.1 – Вимоги до методів та моделей диференціально-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів

Основною вимогою до методів та моделей диференціально-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів є адаптивність до змін у проектному середовищі. Зокрема, моделі та методи повинні враховувати зміни у зовнішніх та внутрішніх складових проектному середовища проектів функціонування та розвитку медичних закладів, включаючи зміни у фінансуванні, нормативно-правовій базі, потребах пацієнтів тощо.

Адаптивність до змін у проектному середовищі можна записати формулою:

$$A(t) = \frac{dR(t)}{dt}, \quad (4.1)$$

де $A(t)$ – адаптивність моделі в момент часу t ; $R(t)$ – зміна в ресурсах або проектному середовищі на момент часу t .

Формула (4.1) відображає врахування швидкості змін в ресурсах, що вказує на здатність моделі швидко реагувати на зміни у проектному середовищі. При цьому слід передбачити врахування зазначених змін із подальшим коригуванням

планів і стратегій реалізації проєктів функціонування та розвитку медичних закладів. Таким чином, адаптивність до змін у проєктному середовищі є ключовою вимогою, яка забезпечує гнучкість, ефективність та успішність проєктів функціонування та розвитку медичних закладів.

Забезпечення високої точності результатів, отриманих із використанням методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів також є важливою вимогою до них.

Забезпечення врахування точності методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів можна оцінити із використанням формули:

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{E_i - A_i}{E_i} \right|, \quad (4.2)$$

де P – середня точність моделей; E_i – прогнозоване значення для i -го сценарію; A_i – реальне значення для i -го сценарію; n – кількість сценаріїв.

Представлена формула (4.2) відображає відхилення реальних результатів від очікуваних, що дозволяє оцінити точність моделей. Висока їх точність дає можливість мінімізувати ризики, покращити якість виконання робіт та забезпечити досягнення запланованих результатів у межах заданих термінів, бюджету та цінності від реалізації проєктів функціонування та розвитку медичних закладів.

Гнучкість та масштабованість є також важливими вимогами до методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів. Вони дозволяють адаптуватися до змін у проєктному середовищі, забезпечуючи успішне виконання проєктів різного масштабу та складності.

Гнучкість та масштабованість методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів можна оцінити із використанням формули:

$$F = \frac{C_{max} - C_{min}}{C_{max}}, \quad (4.3)$$

де F – коефіцієнт гнучкості та масштабованості методів та моделей диференціально-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів; C_{max} – максимальна можливість моделі або методу; C_{min} – мінімальна можливість моделі або методу.

Подана формула (4.3) визначає, наскільки модель або метод диференціально-символьного управління може адаптуватися до змін у масштабі та складності проектів функціонування та розвитку медичних закладів. Забезпечення гнучкості та масштабованості в методах та моделях управління проектами дозволяє ефективно адаптуватися до змін, управляти великими та складними проектами функціонування та розвитку медичних закладів, забезпечуючи їхню успішну реалізацію.

Інтеграція з існуючими інформаційними системами управління проектами є важливою вимогою для методів та моделей диференціально-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів. Щодо інтеграції зазначених методів та моделей з існуючими інформаційними системами, то її можна оцінити із використанням формули:

$$I = \frac{\sum_{j=1}^m I_j}{M}, \quad (4.4)$$

де I – рівень інтеграції моделі або методу; I_j – рівень інтеграції для j -ї інформаційної системи управління проектами; m – кількість систем, в які інтегруються моделі або методи; M – максимальний можливий рівень інтеграції.

Наведена формула (4.4) дозволяє вимірювати, наскільки добре модель інтегрується з існуючими системами. Ця інтеграція забезпечує ефективну координацію та управління зазначеними проектами, що покращує комунікацію, оптимізацію процесів та використання ресурсів, а також забезпечує доступ до актуальної інформації в режимі реального часу.

Комплексний аналіз і моделювання взаємозв'язків також належить до вимог створення методів та моделей диференціально-символьного управління проектами

функціонування та розвитку медичних закладів. Цю вимогу можна оцінити із використанням формули

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{Y_i} \right), \quad (4.5)$$

де C – комплексний показник аналізу і моделювання взаємозв'язків; X_i – вплив i -го чинника проектного середовища на проєкт; Y_i – взаємозв'язок i -го чинника з іншими чинниками; n – кількість чинників.

Зазначена формула (4.5) показує, як взаємозв'язки між чинниками проектного середовища впливають на загальний результат проєктів функціонування та розвитку медичних закладів. Розглядувана вимога включає здатність точно аналізувати взаємозв'язки між різними складовими проєктів функціонування та розвитку медичних закладів, передбачати вплив змін та оптимізувати процеси для досягнення максимальної ефективності від реалізації та цінності для стейкхолдерів.

Використання методів оптимізації також є важливою вимогою до методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів.

Стан використання методів оптимізації можна оцінити за формулою:

$$O = \min \left(\sum_{k=1}^m (C_k \cdot x_k) \right), \quad (4.6)$$

де O – оптимальне значення цільової функції; C_k – витрати або ресурси для k -го варіанту; x_k – кількість одиниць k -го варіанту; m – кількість варіантів.

Представлена формула (4.6) дозволяє знайти оптимальний варіант з урахуванням витрат або ресурсів. Методи оптимізації допомагають досягти найкращих результатів в умовах обмежених ресурсів, мінімізувати витрати, підвищити ефективність процесів та забезпечити успішне виконання проєктів. При цьому створення та використання моделей із дотриманням цієї вимоги дає можливість оптимізувати розподіл ресурсів, що лежить в основі ефективного використання людських, фінансових та матеріальних ресурсів.

Можливість на практиці проєктним менеджерам виконувати підтримку прийняття управлінських рішень також є вимогою до створення методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів.

Для оцінення забезпечення підтримки прийняття управлінських рішень пропонується використовувати формулу

$$D = \frac{\sum_{j=1}^p (W_j \cdot S_j)}{\sum_{j=1}^p W_j}, \quad (4.7)$$

де D – рівень підтримки прийняття управлінських рішень; W_j – вага j -го критерію прийняття управлінського рішення; S_j – оцінка j -го критерію; p – кількість критеріїв.

Наведена формула дозволяє оцінити, наскільки ефективно модель підтримує прийняття управлінських рішень на основі різних критеріїв.

Дотримання поданих на рис. 4.1 вимог до методів та моделей дає можливість реалізувати адаптивно-ціннісний та диференціально-символьний підходи до управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів. Використання такого інструментарію проєктними менеджерами дозволяє ефективно планувати, реалізовувати і контролювати зазначені проєкти, досягати поставлених цілей і забезпечувати стійкий розвиток медичних закладів. Подані математичні формули (4.1-4.7) дозволяють кількісно оцінити дотримання вимог до методів та моделей управління проєктами. Вони допомагають забезпечити виконання вимог до методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів через використання системного у підходу до аналізу, оптимізації та підтримки прийняття управлінських рішень, що сприяє ефективному функціонуванню та розвитку медичних закладів.

4.2. Математична модель диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад

Математична модель диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад передбачає використання диференціальних рівнянь для опису динаміки проєктів, як окремої системи та використання символьних виразів для представлення окремих параметрів та їх опису. Розглянемо загальний опис цієї математичної моделі. Визначимо диференціальні рівняння, які описують реалізацію медичних проєктів підтримки населення громад, як окремої системи. Нехай $Y(t)$ – вектор стану реалізації проєкту у заданій громаді, $P(t)$ – вектор конфігурації проєкту (параметрів системи), $U(t)$ – вектор управління проєктом, а $F(Y, P, U, t)$ – функція, що визначає динаміку реалізація медичних проєктів підтримки населення громад. Тоді математичний вираз диференціального рівняння має вигляд:

$$\frac{dY}{dt} = F(Y, P, U, t), \quad (4.8)$$

Введемо символьні вирази для існуючого стану населення у заданій громаді та його змін. Нехай P_0 – початкове значення частки захворюваності населення громади, а ΔP зміни у захворюваності населення громади. Тоді символьне представлення змін у стані здоров'я населення у заданій громаді виглядає наступним чином:

$$P(t) = P_0 + \Delta P(t). \quad (4.9)$$

При цьому $P(t)$ представляє вектор, який характеризує формування продукту медичних проєктів підтримки населення громад, що змінюється з часом. Він зумовлюється освоєним бюджетом $B(t)$, витраченими ресурсами $E(t)$, тривалістю реалізації проєкту $T(t)$, тощо.

$$P(t) = \begin{bmatrix} B(t) \\ E(t) \\ T(t) \end{bmatrix}. \quad (4.10)$$

Управління медичними проєктами підтримки населення громад зумовлюється впливом проєктного середовища на його конфігурацію (параметри системи). Зокрема, недостатній із часом бюджет $B(t)$ проєкту, зумовлює на перехід до іншого сценарію реалізації проєкту із зміною конфігурацією бажаного продукту. Відсутність доступних ресурсів $E(t)$ у окремий момент часу t зумовлює до зміни у сценарію реалізації медичних проєктів підтримки населення громад. Відхилення від плану виконання робіт $T(t)$ у окремий момент часу t зумовлює зміни у сценарії реалізації проєкту.

Нехай $Y(t)$ визначає стан проєкту в момент часу t . Реалізація проєкту може бути описана диференціальним рівнянням:

$$\frac{dY}{dt} = F(Y, P(t), U(t), t), \quad (4.11)$$

де F – функція, що визначає динаміку проєкту залежно від його поточного стану Y , конфігурації $P(t)$, управління змінами $U(t)$ та часу t .

Вектор управління проєктом $U(t)$ включає окремі можливі сценарії його реалізації. Він стосується змін у використовуваних ресурсах, розкладі виконання робіт або інших важливих складових проєкту:

$$U(t) = \begin{bmatrix} U_1(t) \\ U_2(t) \\ \dots \\ U_n(t) \end{bmatrix}. \quad (4.12)$$

Отже вектор $U(t)$ визначає процеси управління медичними проєктами підтримки населення громад у вигляді обґрунтованих сценаріїв виконання дій. Таким чином, продукти проєкту (параметри системи) змінюються на підставі співвідношення:

$$\Delta P(t) = U(t). \quad (4.13)$$

Цільова функція J може бути визначена для оцінки ефективності управлінських рішень та обґрунтуванні сценаріїв виконання дій у медичних проєктах підтримки населення громад:

$$J(Y, P(t), U(t), t). \quad (4.14)$$

Оптимальні управлінські рішення можуть бути знайдені шляхом максимізації чи мінімізації цільової функції з урахуванням обмежень та умов задачі. Для введення обмежень у проєкті підтримки населення громад щодо бюджету $B(t)$, доступних ресурсів $E(t)$, тривалості виконання робіт $T(t)$, використовуємо умови, які враховують максимальні значення цих параметрів. Нехай B_{max} , E_{max} , та T_{max} представляють відповідно максимальні допустимі значення для бюджету, залучених ресурсів та тривалості виконання робіт у проєкті. Тоді обмеження можна виразити наступним чином:

$$\begin{aligned} B(t) &\leq B_{max}, \\ E(t) &\leq E_{max}, \\ T(t) &\leq T_{max}. \end{aligned} \quad (4.15)$$

Цільовою функцією J є мінімальні витрати коштів на реалізацію проєкту за максимального зростання відсотка здорового населення. Мінімізуючи цільову функцію J , виконуємо пошук оптимального сценарію реалізації проєкту покращення громадського здоров'я, що забезпечить якісне управління:

$$\min_{U(t)} J(Y, P_0 + U, t). \quad (4.16)$$

Вирішуючи задачу оптимізації, цільова функція J із врахуванням зазначених обмежень у виразі (4.15) записується наступним чином:

$$\begin{aligned} &\min_{U(t)} J(Y, P_0 + U, t) \\ &\text{за умови } B(t) \leq B_{max}, E(t) \leq E_{max}, T(t) \leq T_{max}, \end{aligned} \quad (4.17)$$

де J – цільова функція оптимізації сценарію реалізації медичного проєкту підтримки населення громад, $U(t)$ – вектор управління (сценарії реалізації)

медичного проєкту підтримки населення громад, Y – вектор стану реалізації медичного проєкту підтримки населення громад у заданій громаді, P_0 – початкове значення частки захворюваності населення громади, t – час.

Якщо існує потреба передбачити інші умови або обмеження у медичному проєкті підтримки населення громад, то їх можна додати до описаної системи із врахуванням усіх аспектів задачі управління зазначеними проєктами.

4.3. Математична модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад

Проєкти медичної підтримки населення громад є важливою складовою розвитку громад та підвищення якості життя. Продуктами таких проєктів можуть бути різноманітні заходи, такі як просвітницькі програми, вакцинації та освітні ініціативи, які спрямовані на покращення загального стану здоров'я населення громад. Проте реалізація таких проєктів пов'язана з численними викликами та ризиками, які можуть вплинути на їх успіх. Оцінка та управління цими ризиками є ключовими для забезпечення ефективності та стійкості проєктів.

Одним із підходів до оцінки ризиків є використання математичних моделей, які дозволяють прогнозувати та аналізувати можливі сценарії розвитку подій. Диференціально-символьний підхід до моделювання ризиків дозволяє враховувати динаміку реалізації проєктів медичної підтримки населення громад, що включають зміни в часі їх складових та вплив різних чинників проєктного середовища.

Нами пропонується математична модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад. Ця модель базується на системі диференціальних рівнянь, які описують динаміку базових показників проєктів, таких як відсоток населення, що взяло участь у просвітницьких заходах, вакцинації та освітніх програмах. Модель також включає оцінку змін бюджету проєкту та враховує вплив цих змін на загальний ризик проєкту.

Основною метою створення цієї моделі є надання інструментів для проектних менеджерів щодо кількісної оцінки ризиків та підтримки прийняття рішень у процесі управління проектами медичної підтримки населення громад. Це дозволить оптимізувати використання ресурсів, мінімізувати ризики та підвищити ефективність реалізації проєктів, що в кінцевому результаті сприятиме покращенню стану здоров'я населення громад.

Для оцінки зміни стану здоров'я населення громад використаємо диференціальні рівняння, які описують зміну ключових показників проєктів в часі. Зокрема, нами розглядаються такі показники, як відсоток здорового населення, що взяло участь у просвітницьких заходах, вакцинації та отримало освіту про здоров'я.

Задаємо, що попередньо відоме значення відсотка здорового населення $Y_1(t)$, $Y_2(t)$ та $Y_3(t)$, що взяло участь у відповідних заходах в момент часу t . Можемо записати рівняння динаміки для реалізації просвітницьких заходів:

$$\frac{dY_1(t)}{dt} = \alpha_1(1 - Y_1(t)) - \beta_1 Y_1(t), \quad (4.18)$$

де α_1 – швидкість залучення здорового населення до просвітницьких заходів; β_1 – швидкість зменшення відсотка залученого населення через різні чинники (наприклад, втрата інтересу тощо).

Щодо рівняння динаміки для вакцинації, то його можна записати наступним чином:

$$\frac{dY_2(t)}{dt} = \alpha_2(1 - Y_2(t)) - \beta_2 Y_2(t), \quad (4.19)$$

де α_2 – швидкість залучення здорового населення до вакцинації; β_2 – швидкість зменшення відсотка залученого населення до вакцинації.

Рівняння динаміки для освітніх програм можна записати наступним чином:

$$\frac{dY_3(t)}{dt} = \alpha_3(1 - Y_3(t)) - \beta_3 Y_3(t), \quad (4.20)$$

де α_3 – швидкість залучення здорового населення до освітніх програм про здоров'я; β_3 – швидкість зменшення відсотка залученого населення до освітніх програм.

На початку моделювання приймається умова, що $t = 0$:

$$Y_1(0) = \text{initial}(Y_1), Y_2(0) = \text{initial}(Y_2), Y_3(0) = \text{initial}(Y_3), \quad (4.21)$$

де $\text{initial}(Y_1)$ – початковий відсоток здорового населення, що взяло участь у просвітницьких заходах; $\text{initial}(Y_2)$ – початковий відсоток здорового населення, що взяло участь у вакцинації; $\text{initial}(Y_3)$ – початковий відсоток здорового населення, що отримало освіту про здоров'я.

Загальний бюджет проєкту медичної підтримки населення громад $B(t)$ включає базове значення та може змінюватися з часом залежно від витрат на заходи:

$$B(t) = \text{initial}_B - c_1 \int_0^t Y_1(\tau) d\tau - c_2 \int_0^t Y_2(\tau) d\tau - c_3 \int_0^t Y_3(\tau) d\tau, \quad (4.22)$$

де c_1, c_2, c_3 – відповідно витрати на одного учасника для просвітницьких заходів, вакцинації та освіти.

Ризик проєкту медичної підтримки населення громад $R(t)$ можна оцінити на основі відхилення від планових показників:

$$\begin{aligned} R(t) = & \gamma_1 | \text{initial}(Y_1) - Y_1(t) | + \\ & + \gamma_2 | \text{initial}(Y_2) - Y_2(t) | + \\ & + \gamma_3 | \text{initial}(Y_3) - Y_3(t) |, \end{aligned} \quad (4.23)$$

де γ_i – вагові коефіцієнти ризику для кожного із показників.

Для чисельного розв'язку диференціальних рівнянь можна використовувати метод Ейлера. Нехай відомі дискретні точки часу t_i , $i = 0, 1, \dots, n$, тоді

$$\begin{aligned} Y_1(t_{i+1}) &= Y_1(t_i) + h(\alpha_1(1 - Y_1(t_i)) - \beta_1 Y_1(t_i)), \\ Y_2(t_{i+1}) &= Y_2(t_i) + h(\alpha_2(1 - Y_2(t_i)) - \beta_2 Y_2(t_i)), \\ Y_3(t_{i+1}) &= Y_3(t_i) + h(\alpha_3(1 - Y_3(t_i)) - \beta_3 Y_3(t_i)), \end{aligned} \quad (4.24)$$

де h – крок розв'язку.

Крок розв'язку визначається за формулою

$$h = \frac{e_t - s_t}{n}, \quad (4.25)$$

де e_t – час завершення оцінення стану проєкту; S_t – час оцінення стану проєкту; n – кількість етапів.

Представлені рівняння (4.24-4.25) дозволяють оцінити динаміку зміни стану здоров'я населення в процесі реалізації проєктів медичної підтримки населення громад, враховуючи вплив просвітницьких заходів, вакцинації та освітніх програм.

Запропонована математична модель дозволяє оцінити динаміку зміни стану здоров'я населення, бюджет проєкту та ризики протягом життєвого циклу реалізації проєктів медичної підтримки населення громад.

4.4. Модель синергетичного управління портфелем медичних проєктів із використанням диференціальних рівнянь

На даний час в Україні відбувається реформування системи охорони здоров'я та розвиток новостворених госпітальних округів. При цьому зростає важливість ефективного управління медичними проєктами, що спрямовані на підвищення якості наданих медичних послуг та забезпечення доступності медичної допомоги для населення громад та регіонів. Водночас ускладнення проєктного середовища і вплив множини його динамічних чинників, таких як воєнні дії, зміни в законодавстві, демографічні тенденції та обмеженість ресурсів, ставлять перед проєктними менеджерами нові виклики щодо створення та використання ефективного управлінського інструментарію. У зв'язку з цим виникає потреба у впровадженні новітніх підходів, які дозволять забезпечити більш адаптивне та синергетичне управління портфелями медичних проєктів.

Синергетичне управління проєктами передбачає максимізацію сукупної цінності для стейкхолдерів від системного виконання медичних проєктів, що дозволяє підвищити їх ефективність за рахунок узгодженості та взаємодії між різними проєктами портфеля. Однак, традиційні підходи до управління проєктами не завжди враховують взаємний вплив проєктів один на одного та не дозволяють в

повній мірі врахувати ризики та динамічні чинники проектного середовища, які змінюються в часі.

Нами пропонується використовувати диференціальні рівняння для моделювання взаємодії між проектами в портфелі медичних проєктів, зокрема, телеграфне рівняння, яке використовується для опису хвильових процесів, дозволяє враховувати як поширення впливу проєктів у часі, так і затримки у реалізації проєктів, що виникають внаслідок взаємодії між ними. Такий підхід надає можливість не тільки оцінити поточний стан портфеля медичних проєктів, але й прогнозувати майбутній розвиток ситуації, що є важливим для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Метою даного дослідження є розробка моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів із використанням диференціального рівняння, яке дозволить підвищити ефективність управління ресурсами та мінімізувати ризики під час спільної реалізації медичних проєктів. Використання диференціальних рівнянь дозволяє моделювати динамічні процеси та враховувати як прямий, так і непрямий вплив між проєктами, а також затримки у використанні ресурсів та інформації для точного прийняття управлінських рішень.

Основна ідея запропонованої моделі полягає у наступному. Модель базується на системі взаємопов'язаних звичайних диференціальних рівнянь, які є дискретною аналогією телеграфного рівняння. У окремому госпітальному окрузі реалізовується множина медичних проєктів, які використовують спільні ресурси виділені для госпітального округу окремого регіону. Запропонована модель у вигляді системи диференціальних рівнянь дозволяє враховувати як використання ресурсів та розподіл їх між проєктами, так і синергетичні ефекти, що виникають під час взаємодії медичних проєктів.

У основі моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів лежить класичне телеграфне рівняння

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 2\lambda \frac{\partial u}{\partial t} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + S(t, x), \quad (4.26)$$

де $u(t, x)$ – функція, що описує стан системи (зокрема медичного проєкту) у часі t та просторі x ; λ – коефіцієнт дисипації (відображає втрати або затримки у виконанні проєктів); c – швидкість поширення впливу або ресурсів; $S(t, x)$ – джерела або поглинання ресурсів.

Зазначимо, що знаходження функції $u(t, x)$, яка є аналітичним розв’язком рівняння (4.26) і задовольняє задані в два моменти часу умови, досліджено в [202]. Зауважимо, що метод знаходження розв’язків задачі для більш загального рівняння виведено в [193, 197, 199].

Під час адаптованого управління медичними проєктами простір x відображає ресурси або взаємозв’язки між медичними проєктами, а час t – процес реалізації медичних проєктів (етапи життєвого циклу). Можна записати математичну модель для портфеля із n медичних проєктів, причому система диференціальних рівнянь набуває вигляду:

$$\frac{d^2 u_i}{dt^2} + \lambda_i \frac{du_i}{dt} = c^2 \sum_{j=1}^n A_{ij} u_j + S_i(t), \quad (4.27)$$

де $u_i(t)$ – стан i -го проєкту у часі t ; λ_i – коефіцієнт дисипації для i -го проєкту; A_{ij} – матриця залежностей між проєктами, яка відображає вплив j -го проєкту на i -й проєкт; $S_i(t)$ – зовнішні чинники проєктного середовища або джерела ресурсів для i -го проєкту.

У представлений моделі (4.27) стан кожного проєкту $u_i(t)$ відображає його виконання, який описується такими показниками як ступінь завершення, ефективність використання ресурсів або інші показники. Коефіцієнт дисипації λ_i визначає наскільки швидко проєкт втрачає свою ефективність через затримки, ризики чи інші негативні чинники проєктного середовища. Матриця залежностей між проєктами A_{ij} відображає вплив одного проєкту на інший. Високі значення у матриці A_{ij} свідчать про сильну взаємозалежність між i -ми та j -ми медичними проєктами. Зовнішні чинники проєктного середовища $S_i(t)$ включають

економічні умови, політичні рішення, технологічні зміни та інші чинники, що впливають на реалізацію медичних проєктів.

Для використання моделі потрібно задати розмір портфеля проєктів у вигляді кількості n медичних проєктів. Окрім того, слід вказати коефіцієнт синергії k , що впливає на взаємодію між проєктами, підсилюючи чи знижуючи їх вплив один на одного та коефіцієнт λ_i дисипації, що відображає втрати ефективності i -го проєкту з часом.

Для визначення коефіцієнта синергії k у моделі взаємодії між медичними проєктами використовують математичні вирази, які відображають вплив спільної реалізації проєктів на їхній сукупний результат, тобто результат виконання портфеля медичних проєктів. Основна формула для визначення коефіцієнта синергії k використовується, якщо є два проєкти P_1 та P_2 , і їх індивідуальні результати – R_1 та R_2 . Тоді загальний результат від одночасної реалізації обох медичних проєктів можна позначити як R_{total} . При цьому коефіцієнт синергії k визначається як відношення загального результату до суми індивідуальних результатів проєктів

$$k = \frac{R_{\text{total}}}{R_1 + R_2}. \quad (4.28)$$

Якщо $k > 1$, це вказує на позитивну синергію – результат від спільної реалізації медичних проєктів більший за суму їх індивідуальних ефектів. Якщо $k = 1$, це означає відсутність синергії. При цьому результат реалізації проєктів дорівнює сумі окремих результатів. Якщо $k < 1$, це свідчить про негативну синергію, тобто спільна реалізація медичних проєктів погіршує загальний результат їх реалізації у портфелі.

У нашій роботі приймається, що за заданого значення $k = 0.1$ спостерігається висока негативна синергія. При цьому медичні проєкти сильно конкурують за ресурси, що значно знижує загальну ефективність портфеля із цими проєктами. За заданого значення $k = 0.2 \dots 0.3$ спостерігається середня негативна синергія. При

цьому наявна помірна конкуренція за ресурси між медичними проєктами, що частково знижує їхню ефективність портфеля із цими проєктами. За заданого значення $k=0.4\dots0.5$ спостерігається низька негативна синергія. При цьому наявна слабка конкуренція за ресурси між проєктами, що мінімально впливає на загальну ефективність портфеля із цими проєктами.

За наявності множини проєктів P_1, P_2, \dots, P_n їх результати мають різну вагу під час формування загального результату портфеля проєктів. Враховуючи ваги медичних проєктів w_1, w_2, \dots, w_n , формула для визначення коефіцієнта синергії набуває вигляду

$$k = \frac{R_{\text{total}}}{\sum_{i=1}^n w_i R_i}, \quad (4.29)$$

де R_{total} – загальний результат від реалізації всіх проєктів, що входять у портфель; w_i – вага i -го медичного проєкту; R_i – результати i -го медичного проєкту.

В умовах динамічного проєктного середовища значення синергії може змінюватися у часі. Якщо врахувати змінність результатів медичних проєктів у часі, тоді коефіцієнт синергії k залежить від часу t :

$$k(t) = \frac{R_{\text{total}}(t)}{R_1(t) + R_2(t) + \dots + R_n(t)}. \quad (4.30)$$

Формула (4.30) дозволяє моделювати динаміку зміни синергетичного ефекту від формування портфеля медичних проєктів впродовж заданого періоду його реалізації.

За умови, що у моделі враховується рівень ризику Risk_i для кожного i -го медичного проєкту, то коефіцієнт синергії k враховує ризики завдяки функції зменшення загального результату через ризики:

$$k = \frac{R_{\text{total}}}{\sum_{i=1}^n (1 - \text{Risk}_i) R_i}, \quad (4.31)$$

де $Risk_i$ – ризик, пов’язаний з i -м медичним проектом (значення у межах від 0 до 1).

Якщо медичні проекти спільно використовують ресурси відведені для портфеля, то це також впливає на значення коефіцієнта синергії k . Припустимо, що C_i – ресурси, які використовує i -й проект. Тоді коефіцієнт синергії k із урахуванням доцільності оптимізації ресурсів записується наступним чином:

$$k = \frac{R_{total}}{\sum_{i=1}^n R_i - \alpha \cdot \sum_{i=1}^n C_i}, \quad (4.32)$$

де α – коефіцієнт впливу спільного використання ресурсів (визначає, наскільки ефективно медичні проекти можуть зменшити споживання ресурсів за рахунок спільної реалізації у портфелі).

Отже, коефіцієнт синергії k від спільної реалізації медичних проектів у портфелі можна визначити різними способами, залежно від рівня управління та стану їх проектного середовища. Базова формула (4.28) відображає взаємодію результатів медичних проектів, а інші модифіковані формули (4.29-4.31) враховують часові чинники, ризики та ефективність спільного використання ресурсів у портфелі. Для кожного конкретного портфеля медичних проектів слід обирати ту формулу, яка найкраще відповідає характеристикам проектів та їх проектного середовища.

Під час моделювання взаємодії між медичними проектами в портфелі важливу роль відіграє коефіцієнт дисипації λ . Цей коефіцієнт відображає втрати або зменшення ефектів у портфелі медичних проектів через різні чинники, такі як ресурсні обмеження, затримки у реалізації проектів, або зовнішні впливи. Використовуючи телеграфне рівняння (4.26), яке поєднує характеристики хвильових та дифузійних процесів, коефіцієнт дисипації λ визначає, наскільки швидко енергія (тобто, у нашому випадку, ефекти взаємодії між медичними проектами) зменшується з часом.

Вважаємо, що дисипація λ пов'язана з витратами ресурсів на реалізацію медичних проєктів, тоді формула для визначення λ має вигляд

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n R_i}, \quad (4.33)$$

де C_i – витрати ресурсів на реалізацію i -го медичного проєкту; R_i – результативність i -го медичного проєкту; n – кількість медичних проєктів у портфелі.

За умови, що дисипація λ враховує ризики та невизначеності, які впливають на медичні проєкти, тоді кількісне значення λ визначається за формулою

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Risk}_i}{n}, \quad (4.34)$$

де Risk_i – рівень ризику для i -го медичного проєкту (значення в межах від 0 до 1); n – кількість медичних проєктів у портфелі.

За умови, що дисипація λ враховує часові затримки у реалізації медичних проєктів, то формула для визначення зазначеного коефіцієнта має вигляд:

$$\lambda = \frac{1}{\tau}, \quad (4.35)$$

де τ – характерний час затримки у виконання портфеля медичних проєктів.

Значення дисипації λ залежить від специфіки портфеля медичних проєктів та умов їх реалізації. Високе значення дисипації λ вказує на значні втрати або швидке зменшення ефектів від реалізації проєктів у портфелі. Це може бути результатом високих ризиків, великих ресурсних витрат або сильних зовнішніх впливів. Середнє значення дисипації λ характеризує помірні втрати або стабільне зменшення ефектів від реалізації проєктів у портфелі. При цьому портфель проєктів характеризується збалансованим рівнем ризиків та ресурсних витрат. Низьке значення дисипації λ свідчить про мінімальні втрати або повільне зменшення ефектів від реалізації проєктів у портфелі. Це є результатом

ефективного управління ресурсами, низьких ризиків або сприятливих умов для реалізації медичних проєктів.

У роботі приймається, що коефіцієнт $\lambda = 0.1$ характеризує низький рівень дисипації. При цьому проєкти за спільної їх реалізації у портфелі втрачають ефективність повільно, що характерно для стабільних та добре керованих проєктів. За умови, що коефіцієнт $\lambda = 0.2...0.3$ має середній рівень дисипації, то характерним є помірний рівень втрат ефективності портфеля медичних проєктів, що є наслідком ризиків та затримок. За умови, що коефіцієнт $\lambda = 0.4...0.5$ має високий рівень дисипації, портфелі із медичними проєктами швидко втрачають ефективність через високий рівень ризиків або неефективне використання ресурсів.

Коефіцієнт дисипації λ відіграє ключову роль у визначенні динаміки реалізації портфелів медичних проєктів. Високе значення λ призводить до швидкого зменшення взаємодії між медичними проєктами, що знижує значення синергії та відповідно ефективність реалізації портфеля медичних проєктів. Оптимальне значення λ забезпечує баланс між збереженням ефектів взаємодії та адаптацією до змінних умов проєктного середовища портфелів медичних проєктів. Окрім того, відоме кількісне знання λ дозволяє прогнозувати, як зміни під час взаємодії між медичними проєктами впливають на загальну результативність їх портфеля з часом.

Коефіцієнт дисипації λ є важливим параметром, який у моделі відображає взаємодію між медичними проєктами, що належать до портфеля. Він дозволяє враховувати втрати ефективності через різні чинники, такі як ресурсні обмеження, ризики та часові затримки. Визначення кількісного значення λ виконується із врахування результатів попереднього аналізу ресурсних витрат, рівнів ризику та часових характеристик реалізації портфеля медичних проєктів. Визначення цього коефіцієнта є базовим для точного моделювання динаміки взаємодії між медичними проєктами, що сприяє ефективнішому управлінню зазначеним портфелем та досягненню оптимальних результатів у діяльності госпітальних округів.

За відомих показників початкового стану кожного із медичних проєктів, до яких належить ступінь завершеності, бюджет проєкту, частка наявності ресурсів та

ймовірність ризиків, формується матриця залежностей A_{ij} на основі аналізу взаємозв'язків між проектами. Зазначена матриця залежностей A є квадратною матрицею розміру $n \times n$ (де n – кількість проектів у портфелі), яка відображає елементи A_{ij} ступеня впливу j -го проекту на проект i -й проект. Під час побудови матриці важливо дотримуватися того, щоб значення $A_{ii} = 0$ для всіх i -х проектів. Це пов'язано із тим, що окремий i -й проект не впливає на самого себе:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & A_{12} & A_{13} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & 0 & A_{23} & \dots & A_{2n} \\ A_{31} & A_{32} & 0 & \dots & A_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & A_{n3} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (4.36)$$

У подальшому виконується квантифікація впливу A_{ij} . При цьому для кожної пари проектів (i, j) оцінюється ступінь впливу i -го проекту на j -й проект за шкалою від 0 до 1 (0 – відсутність впливу, 1 – максимальний вплив). Передбачається використання дробових значень для відображення різних ступенів впливу. Тобто, для окремих пар медичних проектів ступінь впливу i -го проекту на j -й проект становить – $A_{ij} \in [0,1]$.

Наступним кроком є нормалізація матриці залежностей A між окремими проектами. При цьому сума всіх впливів на заданий медичний проект нормалізується для уникнення надмірного впливу інших проектів. Формула нормалізації для кожного i -го рядка матриці A записується:

$$A'_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{k=1}^n A_{ik}}, \text{ за умови } j \neq i. \quad (4.37)$$

Якщо сума $\sum_{k=1}^n A_{ik} = 0$, то залишається значення $A'_{ij} = 0$.

У результаті формується матриця A' , яка використовується для визначення ступеня впливу i -го проекту на j -й проект.

Зовнішні чинники $S_i(t)$ відіграють важливу роль під час моделювання реалізації медичних проєктів у їх портфелях, оскільки вони відображають впливи, які не залежать безпосередньо від внутрішніх процесів проєктів, але суттєво впливають на їхню реалізацію та ефективність. У моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів, $S_i(t)$ – функції часу, що описують зовнішні впливи на кожен окремий i -й проєкт.

Зовнішні чинники математично описуються як функції часу для кожного i -го проєкту:

$$S_i(t) \text{ для проєктів } i = 1, 2, \dots, n, \quad (4.38)$$

де $S_i(t)$ – зовнішній чинник, що впливає на i -й проєкт у момент часу t ; t – час, який відображають у місяцях, роках тощо.

Для моделювання зовнішніх чинників пропонується комбіновано розглядати їх значення як детерміновані (передбачувані тенденції), так і стохастичні (наявність випадкових коливань):

$$S_i(t) = A_i \sin(\omega_i t + \phi_i) + \sigma_i \epsilon(t), \quad (4.39)$$

де A_i – амплітуда впливу; ω_i – частота коливань; ϕ_i – фазовий зсув.

Зовнішні чинники $S_i(t)$ інтегруються в рівняння (4.27) для кожного i -го проєкту, впливаючи на динаміку його стану. Для проєктів, на які впливають сезонні чинники (наприклад, зміни в попиті на медичні послуги тощо), вони описуються

$$S_i(t) = A_i \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right), \quad (4.40)$$

де T – період коливань (переважно задається впродовж календарного року – 12 місяців для сезонних змін).

Важливим під час синергетичного управління портфелями медичних проєктів є врахування впливу сезонних змін на потреби у ресурсах або ж попит на окремі послуги. Для моделювання раптових змін, таких як введення нових регуляцій використовують умови

$$S_i(t) = \begin{cases} S_{i0}, & t < t_0, \\ S_{i1}, & t \geq t_0 \end{cases}, \quad (4.41)$$

де t_0 – момент часу у життєвому циклі i -го медичного проєкту, коли відбувається зміна.

Для моделювання непередбачуваних економічних змін використовують вираз:

$$S_i(t) = \sigma_i \varepsilon(t), \quad (4.42)$$

де $\varepsilon(t)$ – білий шум, який має середнє 0 та кореляцію $\delta(t - t')$.

Для комплексного моделювання складових проєктного середовища із врахуванням виразів (4.39) та (4.41), які описують як передбачувані тенденції, так і випадкові впливи, використовують вираз

$$S_i(t) = A_i \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) + \sigma_i \varepsilon(t). \quad (4.43)$$

Вибір конкретної форми для визначення $S_i(t)$ залежить від характеристик медичних проєктів та їх зовнішнього проєктного середовища. Якщо наявні передбачувані і циклічні складові проєктного середовища, то використовують детерміновані функції. Якщо наявні випадкові і непередбачувані складові проєктного середовища, то використовують стохастичні функції.

Врахування зовнішніх чинників проєктного середовища $S_i(t)$ є важливою складовою запропонованої моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів. Вона відображає вплив складових проєктного середовища, що не залежать від внутрішніх складових медичних проєктів, але суттєво впливає на їх ефективність. Математичне моделювання цих чинників дозволяє створити адаптивну модель, що враховує як передбачувані, так і випадкові впливи складових зовнішнього проєктного середовища. Вибір конкретної формули для визначення $S_i(t)$ залежить від особливостей медичних проєктів та їх проєктного середовища.

4.5. Метод прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння

Запропонований метод прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки передбачає їх опис завдяки використанню телеграфного рівняння. Телеграфне рівняння являє собою математичну модель, яка використовується для опису хвильових процесів. Це рівняння під час вирішення управлінської задачі прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз дає змогу виконати моделювання просторово-часової динаміки поширення інфекцій. У загальній формі телеграфне рівняння має вигляд:

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} + 2\alpha \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = c^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} + f(x,t), \quad (4.44)$$

де $u(x,t)$ – функція, що описує кількість об'єктів (інфікованого населення) у просторі x та часі t ; α – коефіцієнт затухання (характеризує втрати або пригасання в процесі поширення інфекції); c – швидкість поширення інфекції в просторі (аналог швидкості хвилі); $f(x,t)$ – джерела нових інфекцій або зовнішні впливи, що призводять до появи додаткових інфікованих у регіоні.

Під час прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз телеграфне рівняння пропонується використовувати для моделювання хвилеподібного поширення епідемій. На відміну від дифузійних моделей (які базуються на рівняннях типу теплопровідності і описують поступове розповсюдження інфекцій), телеграфне рівняння має свої особливості та дозволяє врахувати низку складових проектного середовища (рис. 4.2).

Зокрема, просторово-часову затримку розповсюдження інфекції. Інфекція не поширюється миттєво. Тобто, потрібен час для того, щоб хвиля поширення досягла нових територій або регіонів. Також модель враховує наявність хвилі поширення. Під час епідемії можна спостерігати хвилі заражень, коли після першого спалаху захворювання йде хвиля зменшення кількості хворих, а потім новий спалах. Це зумовлено повторними контактами або іншими чинниками проектного

середовища. Телеграфне рівняння добре описує такі коливальні процеси. Окрім того запропонованим методом враховується швидкість поширення інфекції.



Рисунок 4.2 – Врахування особливостей проєктного середовища під час прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння

Швидкість поширення інфекції c змінюється в залежності від мобільності населення, впроваджених карантинних заходів тощо. Також цим методом передбачено врахування джерела нових інфекцій. Через функцію $f(x,t)$ описується поява нових спалахів інфекції в різних місцях або в різний час. Саме це дозволяє моделювати ситуації, коли епідемія може спалахнути у віддалених регіонах із затримкою.

Телеграфне рівняння передбачає, що інфекція поширюється у вигляді хвиль із швидкістю c . Ці хвилі гасяться через затухання α , що описує природні процеси згасання епідемії або впроваджені заходи (наприклад, карантин). На початку епідемії функція $u(x,t)$ описує різкий спалах, коли кількість інфікованого населення різко зростає у центрі епідемії і поступово поширюється на інші регіони.

Наприклад, якщо епідемія почалася в точці x_0 , то хвиля інфекції буде поширюватися з цієї точки зі швидкістю c . Через певний час інфіковані з'являться у точках x_1, x_2, \dots, x_n . Зміна інтенсивності зараження населення інфекційними хворобами в різних регіонах залежить від коефіцієнта затухання α .

Під час прогнозування епідеміологічних загроз задають початкову кількість інфікованих в точці x_0 , час $t = 0$, рівень мобільності населення та вплив карантину. Карантин або вакцинація впливають на параметр α , збільшуючи або зменшуючи швидкість згасання епідемії. Саме це дає можливість виконувати моделювання розповсюдження інфекції у різних регіонах із заданими початковими умовами, а також оцінювати як інфекція поширюється на території госпітального округу. Знаючи $u(0, x)$ та $u(l, x)$ – функції, які описують процес епідемії в два моменти часу, згідно з диференціально-символьним методом [199, 200] можна знайти розв'язок цієї задачі, тобто функцію, яка аналітично описує процес поширення епідемії в довільній точці x та в будь-який момент часу. У випадку $f(x, t) = 0$, тобто джерела нових інфекцій або зовнішніх впливів, що призводять до появи додаткових інфікованих у регіоні, відсутні, то рівняння (1) – однорідне і знаходження його аналітичних розв'язків показано в [201].

Вцілому телеграфне рівняння дозволяє точно описати хвилеподібну динаміку поширення інфекцій у заданому регіоні, що враховує часові затримки, швидкість поширення інфекції та джерела нових спалахів інфекції. На підставі запропонованого методу виконується прогнозування піків захворюваності населення, поширення інфекції на нові території та оцінки загального навантаження на медичні заклади в умовах епідемії.

Алгоритм запропонованого методу прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння подано на рис. 4.3.

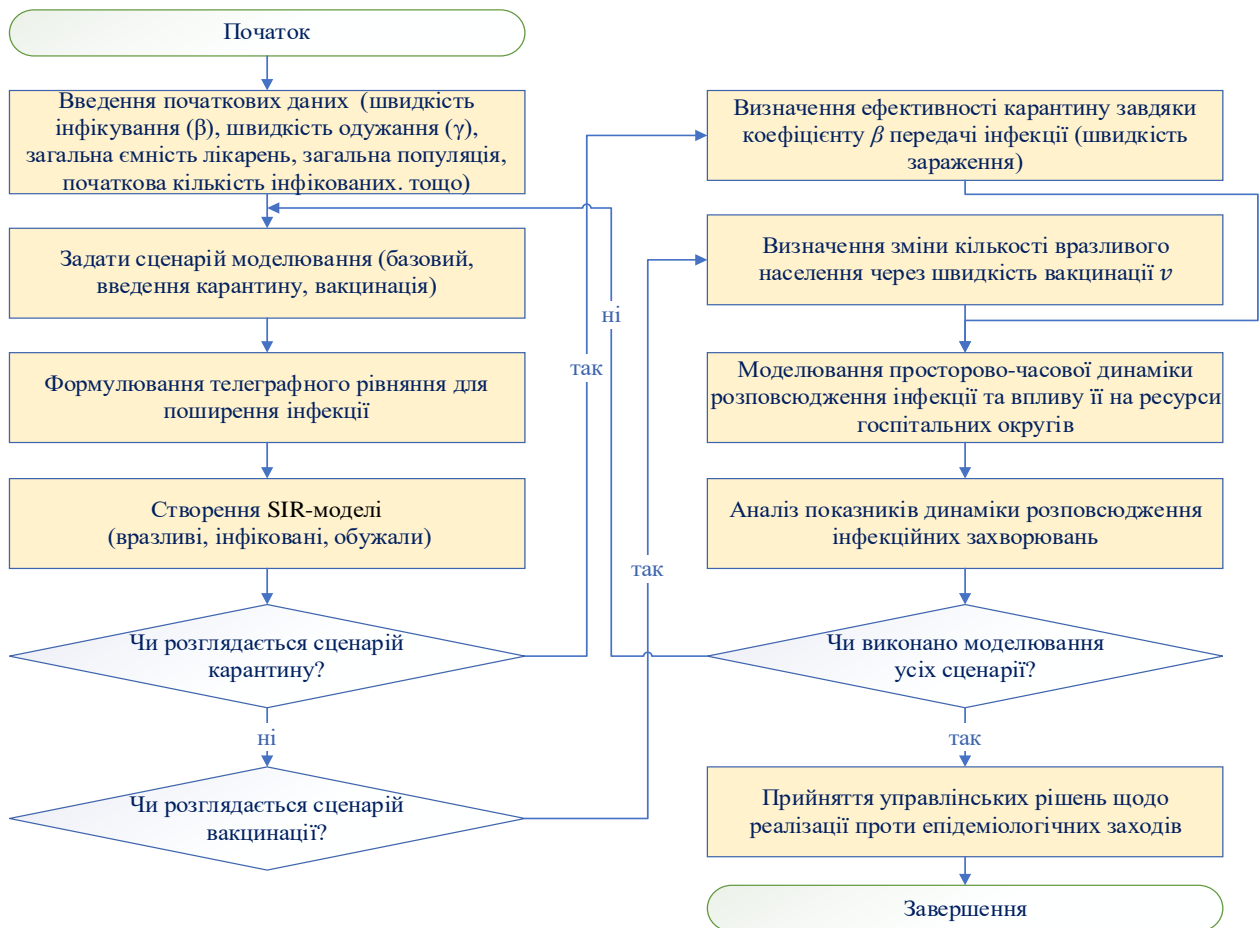


Рисунок 4.3 – Блок-схема алгоритму запропонованого методу прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння

Для врахування поширення інфекції не лише у часі, але й у просторі, пропонується дещо адаптувати телеграфне рівняння (4.44) до задачі прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки:

$$\frac{\partial^2 I(x,t)}{\partial t^2} + 2\alpha \frac{\partial I(x,t)}{\partial t} = c^2 \frac{\partial^2 I(x,t)}{\partial x^2} + f(x,t), \quad (4.45)$$

де $I(x,t)$ – функція, яка задає залежність кількості інфікованих у точці простору x в момент часу t ; α – коефіцієнт затухання; c – швидкість поширення інфекції; $f(x,t)$ – зовнішні джерела інфекції, що включають нові спалахи інфекцій в інших регіонах або інші впливи.

У подальшому виконується взаємозв'язок телеграфного рівняння з класичною SIR-моделлю. Саме це дає можливість розширити просторово-часовий підхід до моделювання поширення епідеміологічних загроз. Об'єднання таких двох

підходів дозволяє одночасно враховувати як динаміку зараження інфекційними захворюваннями населення регіону заданої популяції, так і врахувати просторовий розподіл інфекції.

Класична SIR-модель (Susceptible-Infectious-Recovered) описує динаміку інфекційної хвороби в популяції, розділяючи населення на три групи:

- S (вразливі) – населення регіону, яке може бути інфікованим;
- I (інфіковані) – населення регіону, яке інфіковано і може передавати інфекцію іншим;
- R (одужали) – населення регіону, яке одужало або стало імунним, тобто більше не можуть передавати хворобу.

Модель описується системою диференціальних рівнянь:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{SI}{N}, \quad \frac{dI}{dt} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I, \quad \frac{dR}{dt} = \gamma I, \quad (4.46)$$

де $S(t)$ – кількість вразливих осіб з часом; $I(t)$ – кількість інфікованих осіб з часом; $R(t)$ – кількість одужалих осіб; β – швидкість зараження населення регіону; γ – швидкість одужання населення регіону; N – загальна кількість населення, що проживає в регіоні.

Зазначена модель (4.46) є базовою для розрахунків динаміки інфекційних захворювань. Однак, вона не враховує просторові особливості, такі як зміни в різних регіонах, міграцію людей або затримку в поширенні інфекції. Поєднання її з телеграфним рівнянням дає можливість позбутися зазначених недоліків.

SIR-модель добре описує загальну динаміку зараження в рамках популяції, проте не враховує просторового аспекту поширення інфекції. Щоб змодельовати не лише часову, але й просторово-часову динаміку інфекції, вводиться телеграфне рівняння (4.45). Це рівняння дозволяє моделювати поширення інфекції у вигляді хвиль, які поширюються з певною швидкістю c у просторі x та часі.

Розглянемо зв'язки між моделями. Телеграфне рівняння (4.45) для просторового поширення удосконалюється наступним чином. Модель SIR розширюється завдяки введенню залежності від просторових координат x . Для

цього використовується телеграфне рівняння, яке описує процеси, як поширюється інфекція з одного регіону в інший зі швидкістю c (швидкість поширення інфекції).

Таким чином, для кожного з параметрів $S(x,t)$, $I(x,t)$ та $R(x,t)$ пропонується використати телеграфне рівняння (4.45) для опису просторово-часової динаміки.

Класична SIR-модель передбачає, що інфекція миттєво розповсюджується по всій популяції. Однак на практиці інфекція поширюється поетапно, захоплюючи нові регіони. Телеграфне рівняння (4.45) описує це просторове поширення з певною швидкістю c , що відповідає реальним умовам.

У реальних ситуаціях інфекція поширюється з певною затримкою у часі t , коли хвиля інфікування поширюється від початкового епіцентру епідемії до інших регіонів. Телеграфне рівняння (4.45) враховує цю затримку завдяки другій похідній по часу t .

Запропонований метод дозволяє врахувати переміщення людей між регіонами, завдяки чому інфекція поширюється на нові території, що дуже важливо для моделювання епідеміологічних загроз у великих госпітальних округах.

Просторова диференціація дає можливість отримати більш точні прогнози, так як інфекція поширюється в різних регіонах і це вплине на ресурси лікарень та медичні установи. На основі цього методу можна прогнозувати навантаження на лікарні в різних регіонах і забезпечити їх рівномірне розподілення. Телеграфне рівняння (3.45) дозволяє передбачати хвилі захворюваності і періоди затухання, що допоможе визначити, коли очікувати нові спалахи і як вчасно реагувати на них. Використовуючи функцію джерел $f(x,t)$, враховується поява нових спалахів у різних регіонах або втручання (наприклад, вакцинацію чи карантин), що дозволяє краще планувати профілактичні заходи.

Поєднання класичної SIR-моделі з телеграфним рівнянням надає можливість моделювати не лише динаміку зараження населення в часі t , але і просторове поширення інфекції x . Це дозволяє створити більш точну та ефективну систему підтримки прийняття рішень для прогнозування епідеміологічних загроз і планування ресурсів медичних установ у госпітальних округах.

Вагомим також є врахування можливих сценаріїв дій під час розповсюдження інфекцій, які стосуються карантину та вакцинації. У нашому методі передбачено реалізацію таких сценаріїв під час моделювання динаміки розповсюдження епідемії, які стосуються введення протиепідемічних заходів щодо карантину або вакцинації.

Введення карантину впливає на параметр β , зменшуючи його на коефіцієнт ефективності карантину ε :

$$\beta_n = \beta \times (1 - \varepsilon), \quad (4.47)$$

Вакцинація забезпечує додатковий термін для зміни кількості сприйнятливих осіб S для ураження інфекційними хворобами через швидкість вакцинації ν , що призводить до змін у рівняннях (3):

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{SI}{N} - \nu S, \quad \frac{dI}{dt} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I, \quad \frac{dR}{dt} = \gamma I + \nu S, \quad (4.48)$$

де ν – швидкість вакцинації, що безпосередньо зменшує кількість сприйнятливих осіб S для ураження інфекційними хворобами і додає їх до одужалих R .

На підставі моделювання просторово-часової динаміки оцінюється вплив розповсюдження інфекційних хвороб у населення регіону на ресурси госпітальних округів. Щоб урахувати завантаження госпітальних округів, нами введено змінну $H(t)$, що відображає завантаження лікарень в часі t . Максимальне завантаження лікарень з часом можна виразити через інтеграл кількості інфікованих на певній території:

$$H(t) = \iint_{\Omega} I(x, t) dS, \quad (4.49)$$

де Ω – межа госпітального округу.

Завантаження лікарень залежить від кількості інфікованих хворобами осіб на заданій території. Якщо кількість $I(t)$ інфікованих осіб у часі t перевищує граничну здатність лікарні H_{\max} , це призводить до критичного перевантаження лікарень.

Запропонований метод прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки дозволяє прогнозувати наступні показники (рис. 4.4):



Рисунок 4.4 – Схема показників, які можна кількісно оцінити на основі запропонованого методу прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз

1. піковий період захворюваності, на який припадає максимальна кількість інфікованих осіб I_{\max} , що визначається як максимум $I(x,t)$ для всіх значень t ;
2. тривалість епідемії, яка визначається як час, за який кількість інфікованих стає меншою за 1;
3. навантаження на лікарні, яке визначається із прогнозу навантаження $H(t)$ на лікарні та його відповідність до граничної кількості ліжок-місць лікарень H_{\max} .

Запропонований метод прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння дозволяє враховувати як часову, так і просторову динаміку поширення інфекції, що є важливим для оцінки завантаження лікарень і прийняття відповідних управлінських рішень проєктними менеджерами.

Висновки до розділу 4

1. На основі оцінених вимог встановлено, що методи та моделі диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів мають свої унікальні особливості та потребують виконання процесів, які передбачають адаптивність, прогнозування, оцінення ризиків, інтеграції даних, а також базуються на комплексному підході, який поєднує в собі методи математичного моделювання, диференціального аналізу та символьного обчислення для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, що сприяють ефективному функціонуванню та розвитку медичних закладів.

2. Розроблена математична модель диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад передбачає використання диференціальних рівнянь для опису динаміки проєктів, як окремої системи та використання символьних виразів для представлення окремих параметрів їх опису, що дозволяє ефективно аналізувати та прогнозувати результати реалізації проєктів, враховуючи різноманітні чинники проєктного середовища, забезпечуючи високу адаптивність до змін у проєктному середовищі та підвищуючи ефективність управління проєктами, сприяючи покращенню якості медичних послуг.

3. Запропонована математична модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад базується на використанні системи диференціальних рівнянь, які описують динаміку базових показників проєктів, що лежить в основі оцінення їх впливу на ризики проєктів, а також дозволяє ефективно їх ідентифікувати та аналізувати, враховуючи динаміку зміни чинників ризику впродовж заданого часу, що забезпечує гнучкість і адаптивність до різних умов проєктного середовища, а також підвищення ефективності планування та реалізації зазначених проєктів.

4. Розроблена модель синергетичного управління портфелем медичних проєктів побудована із використанням диференціальних рівнянь, включає виконання 7 етапів. Вона базується на побудові системи взаємопов'язаних звичайних диференціальних рівнянь, що представляють дискретну аналогію

телеграфного рівняння. Запропонована модель у вигляді системи диференціальних рівнянь дозволяє враховувати як використання ресурсів та розподіл їх між проектами, так і синергетичні ефекти, що виникають під час взаємодії медичних проєктів.

5. Удосконалений метод прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки передбачає їх опис завдяки використанню телеграфного рівняння для моделювання хвилеподібного поширення епідемій, що, на відміну від існуючих моделей, має свої особливості та дозволяє врахувати низку складових проєктного середовища, зокрема просторово-часову затримку розповсюдження інфекції, джерела нових інфекцій, наявність хвилі поширення епідемії, що лежить в основі точного прогнозування пікового періоду захворюваності, тривалості епідемії, завантаження лікарень та є важливим для проєктних менеджерів під час прийняття відповідних управлінських рішень.

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАРІЮ АДАПТИВНО-ЦІННІСНОГО УПРАВЛІННЯ СТВОРЕННЯМ ТА РОЗВИТКОМ ГОСПІТАЛЬНИХ ОКРУГІВ

5.1. Результати розробки алгоритму визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону

З метою пришвидшення та підвищення якості виконання управлінського процесу визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону було розроблено алгоритм. Він заснований на методах і моделях, описаних у пунктах 3.1-3.2, який враховує особливості формування бюджету проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону та цінність за заданих вигод. На основі запропонованого алгоритму розроблено систему підтримки прийняття рішень, яка описана у п. 5.2 цієї роботи та дає можливість визначити та візуалізувати тенденції зміни показників пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону. Блок-схема алгоритму управлінського процесу визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону включає виконання 12 кроків (рис. 5.1).

Нами виконано опис запропонованого алгоритму системи підтримки прийняття рішень для визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, який передбачає:

1. Початок. На початку роботи СППР користувач відкриває інтерфейс для введення даних про проєкти, які потребують визначення їх пріоритетності. Для цього нами використовується розроблена веб-сторінка, яка дозволяє користувачам вводити необхідну інформацію про кожен із проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону.

2. Введення даних про проєкт створення та розвитку медичних закладів регіону. Користувач заповнює надану йому форму, вводячи наступні дані про кожен проєкт:

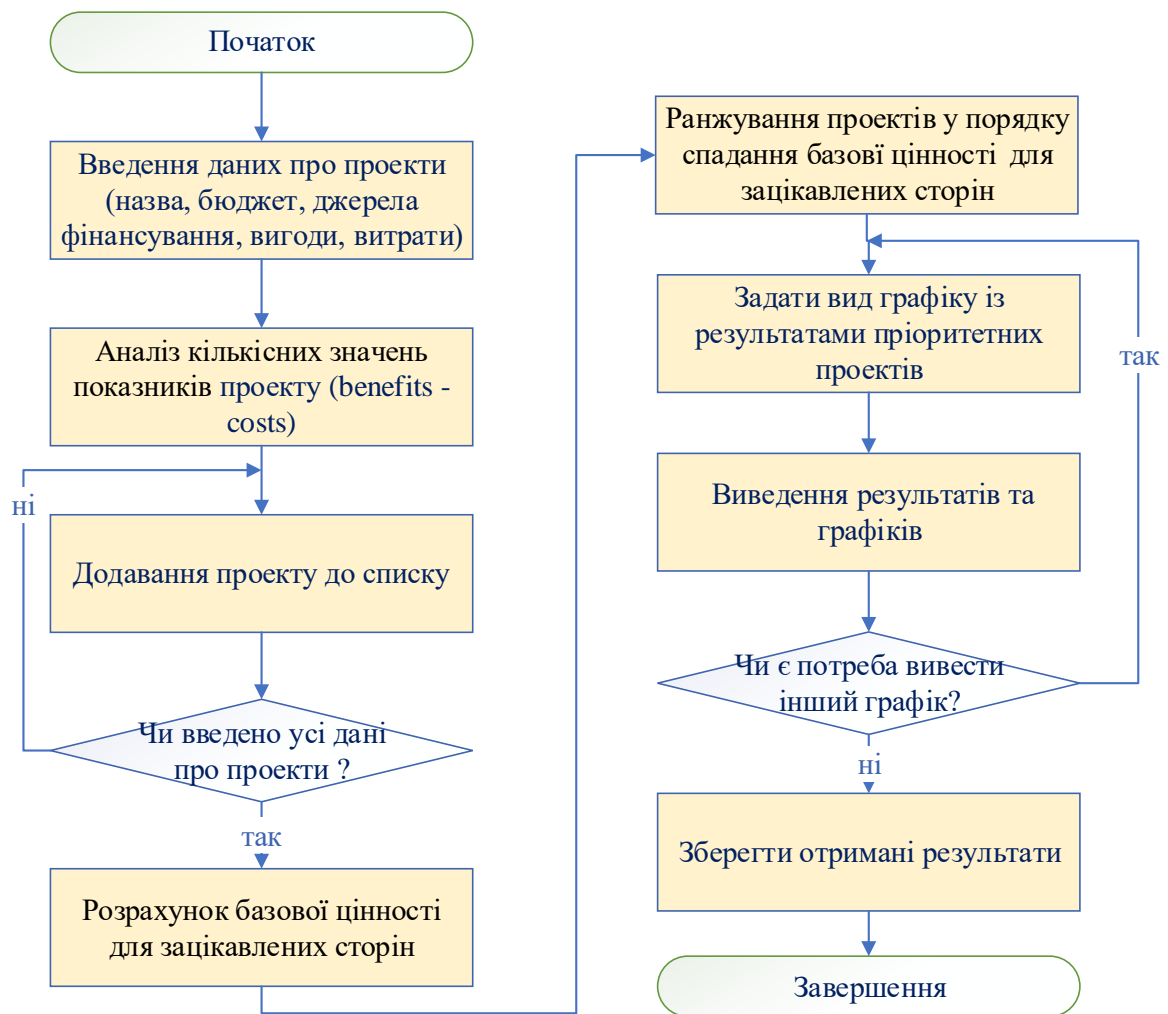


Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму управлінського процесу визначення пріоритетних проектів створення та розвитку медичних закладів регіону

- Назва проекту – вводиться ідентифікатор або назва проекту, яка дозволяє легко розпізнати його серед інших;
- Бюджет проекту – вводиться загальна сума коштів, потрібних для реалізації проекту;
- Державний бюджет – вводиться сума коштів, що надходять із державного бюджету;
- Міський бюджет – вводиться сума коштів, що надходять із місцевого бюджету;
- Приватні інвестиції – вводиться сума коштів, що надходять від приватних інвесторів;

- Інші джерела – вводиться сума коштів, що надходять з інших джерел фінансування;
- Вигоди від реалізації проєкту – вводиться кількісна оцінка вигод, які принесе реалізація проєкту;
- Витрати на створення вигод – вводиться кількісне значення витрат, потрібних для досягнення вигод проєкту.

3. Аналіз кількісних значень показників проєкту (budget - benefits - costs). Після введення даних про проєкт, система автоматично аналізує значення показників проєкту, до яких належать бюджет, вигоди та витрати на його реалізацію.

4. Додавання проєкту створення або розвитку медичних закладів регіону до списку. Усі проаналізовані значення проєкту разом з іншими введеними даними додається до списку характеристик проєктів. Цей список зберігається в пам'яті ПК для подальшої обробки та аналізу.

5. Виконується перевірка того, чи наявні у списку усі потрібні дані про проєкти створення або розвитку медичних закладів регіону. Якщо окремі дані Для цього відсутні, користувачу подається інформацію про цю відсутність і слід перейти до кроку 2. Якщо усі дані наявні, то перейти до кроку 6.

6. Розрахунок базової цінності від реалізації проєктів створення або розвитку медичних закладів регіону. Для цього використовуються формули (3.26-3.28), які представлено у п. 3.2 цієї роботи.

7. Ранжування проєктів створення або розвитку медичних закладів регіону у порядку спадання їх базової цінності. Це дозволяє виявити, які із наявних проєктів мають найвищу цінність і, відповідно, повинні мати пріоритет у фінансуванні та реалізації.

8. Задати вид графіку із результатами пріоритетних проєктів. Для цього використовується розкривне меню для вибору назви потрібного, який слід вивести. Зокрема, це можуть бути графіки із тенденціями зміни цінності, бюджету, вигоди та витрат на реалізацію проєкту.

9. Виведення результатів та графіків. Система виводить результати аналізу у вигляді списку проєктів створення або розвитку медичних закладів регіону з значеннями їх показників. Додатково генерується заданий графік, що візуально відображає цінність (бюджет, вигоди та витрати на реалізацію) проєктів, що полегшує прийняття рішень. Графік створюється за допомогою бібліотек візуалізації.

10. Перевіряється умова, чи є потреба вивести інший графік. Якщо є, користувач повертається до кроку 8 і задається потрібний вид графіку. Якщо більше немає потреби відображати графіки, то система переходить до наступного кроку 11.

11. Зберегти отримані результати. Цей крок забезпечує збереження виконаних розрахунків та отриманих графіків у файл для подальшої роботи із ними проєктним менеджером.

12. Завершення. Після виведення результатів та їх збереження алгоритм завершує свою роботу. Користувач може переглядати збережені результати, а також виконувати їх подальший аналіз на основі порівняння із іншими даними щодо реалізації проєктів створення або розвитку медичних закладів регіону.

5.2. Система підтримки прийняття рішень для визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону

Для розробки системи підтримки прийняття рішень визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, яка являє собою веб-додаток, вибрано низку засобів. Зокрема, HTML (HyperText Markup Language) та CSS (Cascading Style Sheets), які є основними технологіями для створення веб-сторінок. Вони використані для структурування контенту і оформлення веб-сторінок. При цьому HTML використано для структурування веб-сторінки. CSS використано для стилізації та оформлення, включаючи бібліотеку Bootstrap 4 для створення адаптивного дизайну.

Використано мову програмування JavaScript, яка забезпечує додавання динамічної поведінки та інтерактивності для нашої веб-сторінки. Це дозволяє виконувати логіку на стороні клієнта, взаємодіяти з користувачем, змінювати вміст сторінки без перезавантаження, працювати з даними тощо. Окрім того використано jQuery для спрощення маніпуляцій з DOM, Chart.js для візуалізації даних у вигляді графіків.

Також використано серверну мову сценаріїв PHP (Hypertext Preprocessor) для розробки веб-додатку. PHP виконується на сервері та генерує HTML-код, який відправляється до браузера користувача. PHP взаємодіє з базами даних, керує сесіями користувачів, обробляє форми та виконує інші завдання на стороні сервера.

Для створення системи підтримки прийняття рішень визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону як веб-додатку інтегроване середовище розробки Replit (IDE).

Щодо архітектури системи підтримки прийняття рішень визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, то клієнтська частина (Frontend) передбачає використання HTML та CSS для розмітки і стилізації сторінки, JavaScript для динамічного додавання проєктів до списку, обробки подій, а також відправки запитів на сервер, jQuery для зручнішого маніпулювання елементами DOM, Chart.js для побудови графіків і візуалізації результатів аналізу. Водночас серверна частина (Backend) передбачає використання PHP для обробки POST-запитів від клієнтської частини, обробки даних проєктів та їх сортування на основі обчисленої цінності. Передбачається використання файлу `php://input` для отримання даних з POST-запиту та тимчасового зберігання в пам'яті ПК.

Користувацький інтерфейс (UI) системи підтримки прийняття рішень передбачає, що користувачі вводять дані щодо характеристик проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону передбачає через форму, яка включає поля із їх назвою, бюджетом та його джерелами надходження (державний бюджет, міський бюджет, приватні інвестиції, інші джерела), вигодами та витратами (рис. 5.2).

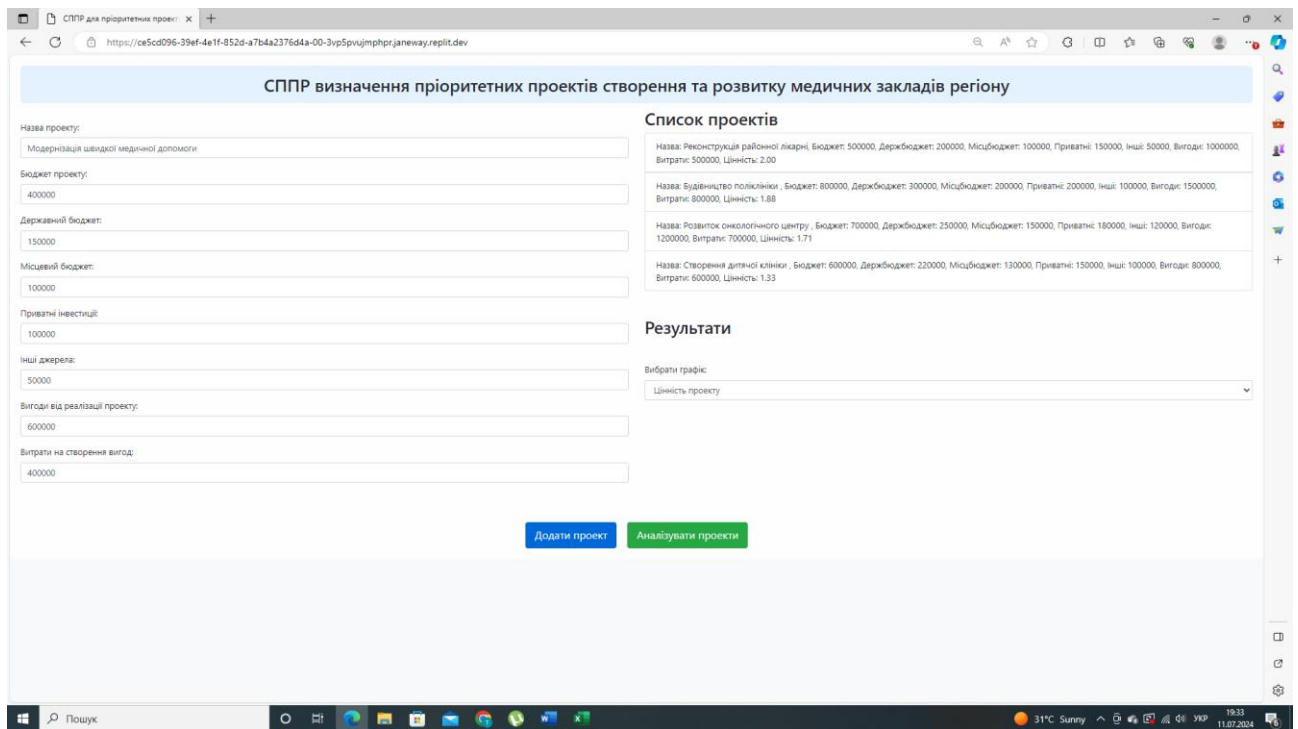


Рисунок 5.2 – Вікно користувачів системи підтримки прийняття рішень визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону

Передбачено кнопку «Додати проєкт», яка забезпечує додавання характеристик проєкту до списку проєктів на клієнтській стороні. Обробка даних виконується після натискання кнопки «Аналізувати проєкти». При цьому дані щодо характеристик окремих проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону відправляються на сервер за допомогою AJAX-запиту. РНР-скрипт на сервері отримує дані щодо характеристик окремих проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, їх обробляє, сортує за значенням цінності зазначених проєктів та повертає результати назад на клієнтську сторону.

На клієнтській стороні результати відображаються у вигляді списку пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону відсортованого за цінністю (рис. 5.3). При цьому Chart.js використовується для побудови графіку з пріоритетними проєктами.

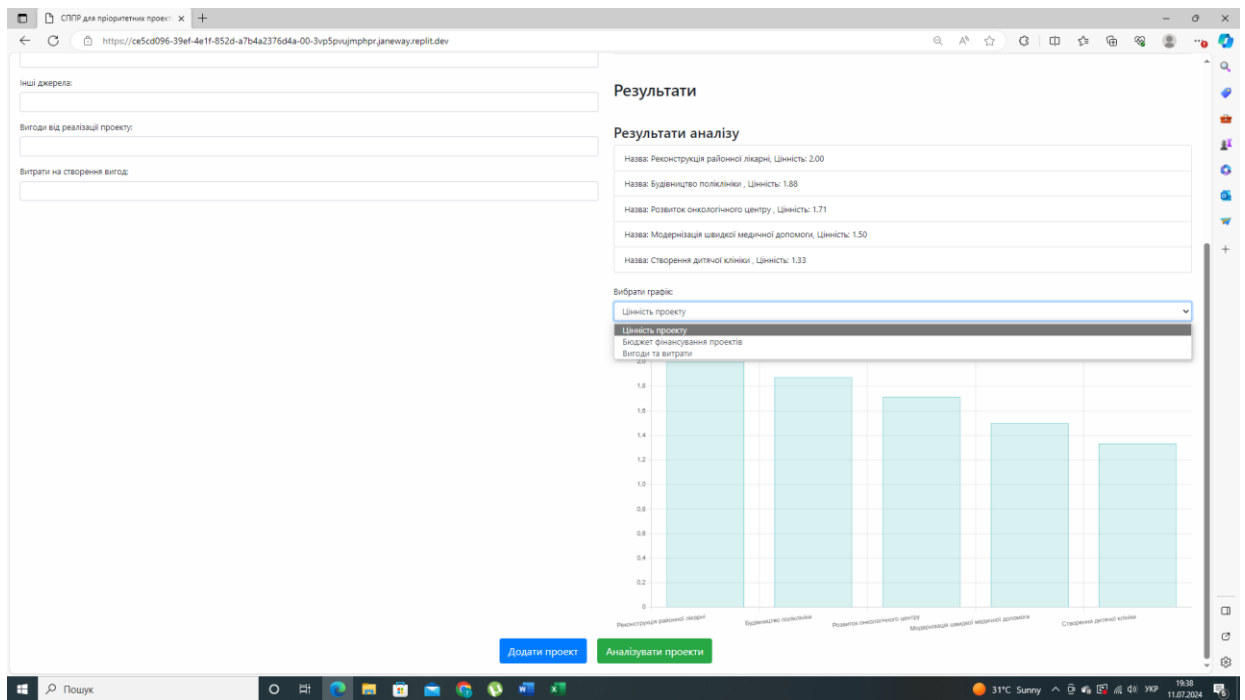


Рисунок 5.3 – Вікно користувачів системи підтримки прийняття рішень визначення пріоритетних проектів створення та розвитку медичних закладів регіону із результатами аналізу та побудованого графіка відсортованих за цінністю проектів

Особливості системи підтримки прийняття рішень визначення пріоритетних проектів створення та розвитку медичних закладів регіону є те, що користувачі можуть динамічно додавати нові проекти та бачити їх в списку без перезавантаження сторінки. Система автоматично обчислює цінність кожного проекту на основі вигод і витрат, сортує їх і відображає результати. Використання Chart.js для візуального представлення пріоритетних проектів допомагає користувачам краще розуміти дані та прийняття управлінських рішень. Водночас у запропонованій системі підтримки прийняття рішень простий та зрозумілий інтерфейс, що дозволяє швидко проектним менеджерам вводити дані та отримувати результати.

5.3. Результати розробки алгоритму оптимізації сценарію реалізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів

Для створення системи підтримки прийняття рішень, яка базується на розробленому методі адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних

округів до мінливого проєктного середовища (див. п. 3.3) та моделі оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму (див. п. 3.4), розроблено блок-схему алгоритму. Цей алгоритм відображає послідовність етапів та взаємозв'язки між ними та забезпечує оптимізацію сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму.

Блок-схема алгоритму системи підтримки прийняття рішень для виконання управлінського процесу оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму включає виконання 18 кроків (рис. 5.4). Нами виконано опис запропонованого алгоритму, який передбачає:

1. Початок. Цей крок є початковою точкою алгоритму системи підтримки прийняття рішень для оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму. Він позначає старт процесу управління проєктами і ініціює подальші етапи алгоритму. На початку роботи СППР користувач відкриває інтерфейс для введення даних про пріоритетні проєкти та характеристики генетичного алгоритму.

2. Введення даних про пріоритетні проєкти, які претендують у портфель проєктів розвитку госпітального округу. Цей крок включає в себе введення і зберігання інформації про кожен проєкт, що претендує на включення в портфель (цінність, бюджет, стан, ризики, терміновість, доступність, сумісність). Ця інформація використовується для оцінки та оптимізації портфеля проєктів на основі генетичного алгоритму.

3. Введення даних для використання генетичного алгоритму. Цей крок включає в себе підготовку та введення параметрів, які будуть використовуватись для налаштування генетичного алгоритму. Правильне визначення цих параметрів критично важливе для ефективності алгоритму у процесі оптимізації портфеля проєктів. Зокрема, вводиться розмір популяції, кількість поколінь, розмір турніру, ймовірність популяції.

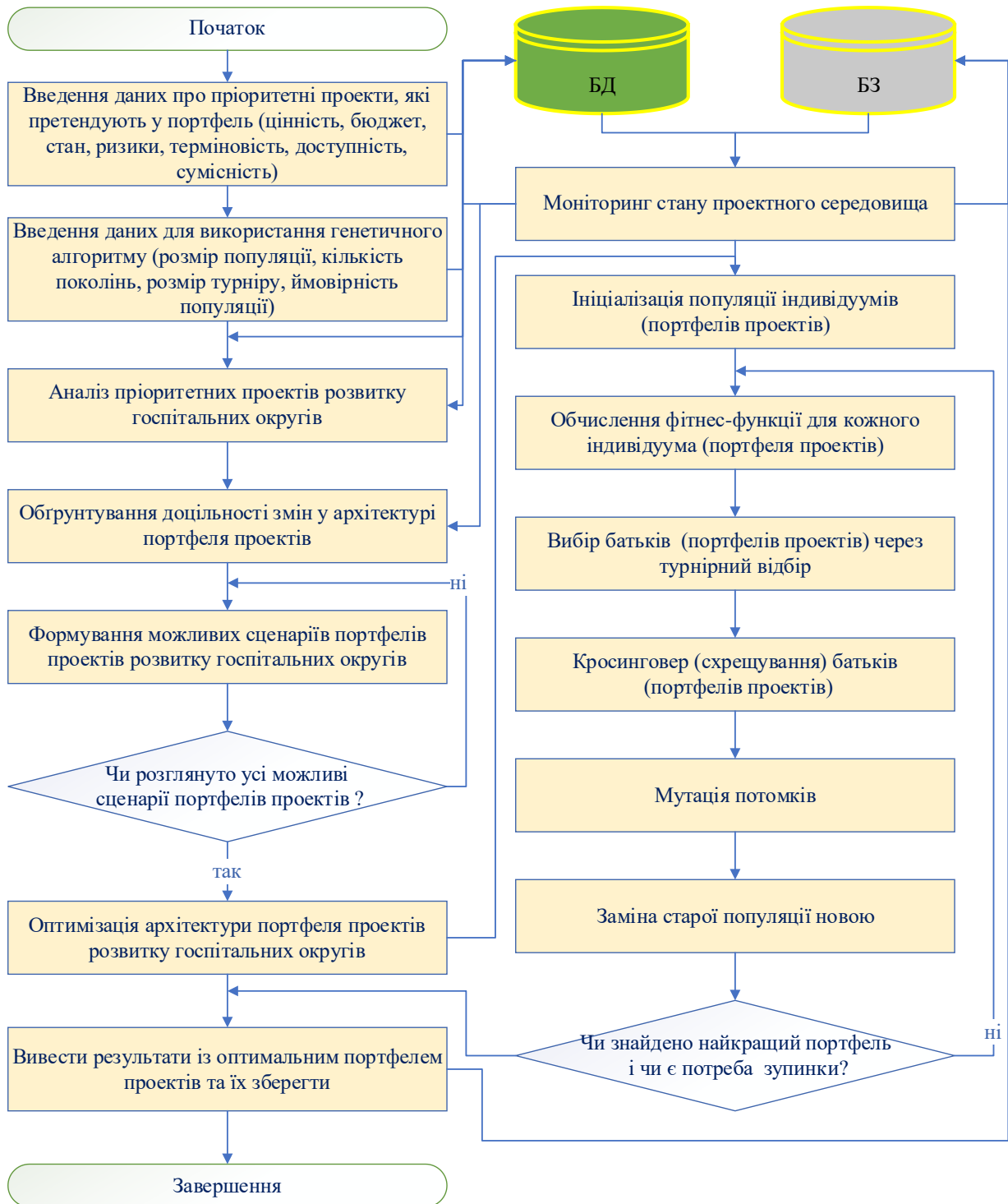


Рисунок 5.4 – Блок-схема алгоритму оптимізації сценарію реалізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму

4. Моніторинг стану проектного середовища. Він є базовим кроком для підтримки актуальності і адаптивності портфеля проектів. На цьому кроці здійснюється безперервне відстеження та оцінка стану проектного середовища, що лежить в основі узгодження із ним управлінських рішень щодо портфеля проектів.

Важливо враховувати такі ключові параметри, як стан виконання проєктів, ризики, доступність ресурсів, терміновість виконання проєктів та сумісність проєктів між собою.

5. Аналіз пріоритетних проєктів розвитку госпітальних округів. Цей крок включає в себе детальний аналіз проєктів, що претендують на включення в портфель, щоб визначити їх пріоритетність на основі зібраних даних. Аналіз передбачає оцінку цінності, витрат, стану, ризиків, терміновості, доступності ресурсів та сумісності проєктів для створення обґрунтованого портфеля проєктів.

6. Обґрунтування доцільності змін у архітектурі портфеля проєктів. Цей крок передбачає оцінку необхідності змін в архітектурі портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі результатів попередніх етапів, таких як моніторинг стану проєктного середовища, аналіз ризиків, доступності ресурсів, терміновості, та сумісності проєктів. На підставі отриманих кількісних значень основних показників оцінки портфелів проєктів розвитку госпітальних округів, які визначаються за формулами (3.49-3.54) приймається проєктними менеджерами рішення щодо доцільності змін у портфелі проєктів. Для цього виконується порівняння цільових значень показників із отриманими у окремий момент час під час їх розрахунку (табл. 3.1).

7. Формування можливих сценаріїв портфелів проєктів розвитку госпітальних округів. Цей крок передбачає створення та оцінку різних сценаріїв для портфелів проєктів розвитку госпітальних округів. Формування сценаріїв портфелів проєктів здійснюється із використанням формул (3.55-3.58) на основі врахування стратегічних пріоритетів розвитку госпітальних округів та використання багатокритеріального аналізу.

8. Перевіряється умова, чи розглянуто усі можливі сценарії портфелів проєктів? Цей крок передбачає перевірку та оцінку того, чи були розглянуті всі можливі сценарії для портфелів проєктів, що можуть вплинути на розвиток госпітальних округів. Це забезпечує, що жоден потенційно вигідний сценарій не був пропущений, і процес прийняття рішень базується на всебічному аналізі. Якщо усі можливі сценарії портфелів проєктів розглянуто, то переходять до кроку 9.

Якщо можливі сценарії портфелів проєктів не розглянуто, то система переходить до попереднього кроку 7.

9. Оптимізація архітектури портфеля проєктів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму. Цей крок передбачає використання формул (3.59-3.61), які стосуються застосування генетичного алгоритму для оптимізації архітектури портфеля проєктів. Для цього використовується модель оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів, яка представлена у п. 3.4 цієї роботи, яка відображена кроками 10-16 цього алгоритму.

10. Ініціалізація популяції індивідуумів (портфелів проєктів). На цьому кроці створюється початкова популяція індивідуумів, де кожен індивідуум представляє потенційний портфель проєктів. Цей крок базується на використанні формул (3.62-3.63) та забезпечує створення початкової популяції індивідуумів (портфелів проєктів), що представляють різні можливі комбінації проєктів у портфелі.

11. Обчислення фітнес-функції для кожного індивідуума (портфеля проєктів). Фітнес-функція визначається за формулами (3.64-3.67) та забезпечує оцінювання якості кожного індивідуума (портфеля проєктів) в популяції, що дозволяє визначити, наскільки добре він відповідає критеріям оптимізації. Фітнес-функція є ключовою для генетичного алгоритму, оскільки вона визначає, які індивідууми мають більший шанс на відбір для створення нових поколінь.

12. Вибір батьків (портфелів проєктів) через турнірний відбір. На цьому кроці кілька індивідуумів (портфелів проєктів) з популяції випадково обираються, і найкращий з них вибирається за значенням функції (3.68) придатності, що стає батьком для наступного покоління. При цьому задаються параметри турніру, до яких належить розмір турніру T та кількість батьків N .

13. Кросинговер (схрещування) батьків (портфелів проєктів). Кросинговер (схрещування) виконується за формулами (3.69-3.71), де за допомогою двох батьківських індивідуума (портфелі проєктів) обмінюються частинами своєї генетичної інформації для створення одного або більше нових індивідуумів (дитячих портфелів проєктів). Це дозволяє зберегти і комбінувати корисні

особливості від обох батьків з метою отримання кращих рішень у новому поколінні.

14. Мутація потомків. Мутація є процесом випадкових змін у генетичному коді потомків. Визначення параметрів мутації здійснюється із використанням формули (3.72), яка забезпечує виконання зазначеного процесу на підставі заданої ймовірності мутації P_m , що представляє вірогідність зміни кожного гена (проєкту) у портфелі. Це допомагає алгоритму генетичного пошуку уникати застою і підтримувати еволюційну гнучкість.

15. Заміна старої популяції новою. Цей крок є важливою частиною еволюційного процесу генетичного алгоритму. Після виконання операцій кросинговеру та мутації, нові індивідууми (потомки) замінюють стару популяцію, щоб забезпечити оновлення та подальший розвиток популяції. Це дозволяє генетичному алгоритму постійно вдосконалювати рішення.

16. Перевіряється умова, чи знайдено найкращий портфель і чи є потреба зупинки. Якщо умова виконується, то система переходить до наступного кроку 17. Якщо не виконується, то повторюється основний цикл генетичного алгоритму завдяки виконанню кроків 11-15, що передбачає повторення процесів відбору, кросоверу, мутації та заміни до досягнення заданої кількості поколінь.

17. Вивести результати із оптимальним портфелем проєктів та їх зберегти. На цьому кроці алгоритм завершує свою роботу і видає оптимальний портфель проєктів на основі проведених ітерацій. При цьому у вікні користувача виводяться результати, які включають опис обраного портфеля проєктів, їх графік та пропонується їх збереження у файл для подальшого аналізу або використання у діяльності менеджерів проєктів розвитку госпітальних округів.

18. Завершення. На цьому кроці завершується виконання алгоритму оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів. Він включає підведення підсумків, документування результатів, а також забезпечення передачі отриманих даних відповідним особам або системам для подальшого використання. Користувач може переглядати збережені результати, а також виконувати їх

подальший аналіз на основі порівняння із іншими даними щодо реалізації портфелів проєктів розвитку госпітальних округів.

На підставі описаного вище алгоритму розроблено систему підтримки прийняття рішень для оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів. Вона є інноваційним інструментом, що забезпечує підвищення ефективності управління портфелями проєктів розвитку госпітальних округів. Зважаючи на складність та багатофакторність процесу прийняття рішень в умовах обмежених ресурсів та численних ризиків, запропонована система використовує генетичний алгоритм для оптимізації, щоб знайти оптимальну архітектуру реалізації портфелів проєктів. Основна мета системи підтримки прийняття рішень полягає у визначенні оптимального портфеля проєктів, що забезпечує отримання максимальної цінності для стейкхолдерів, враховуючи обмежений бюджет, ризики, стан виконання проєктів, доступність ресурсів, терміновість та сумісність проєктів.

5.4. Система підтримки прийняття рішень для оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів

Запропонована система підтримки прийняття рішень для оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів базується на генетичному алгоритмі, який є ефективним методом пошуку оптимальних рішень з-поміж можливих варіантів формування портфелів проєктів розвитку госпітальних округів. Вона інтегрує сучасні інструменти для обробки даних і візуалізації результатів, надаючи користувачам зручний інтерфейс для введення даних, запуску алгоритму та аналізу отриманих результатів. Використання системи підтримки прийняття рішень дозволяє проєктним менеджерам та керівникам госпітальних округів приймати обґрунтовані управлінські рішення, що сприяють раціональному розподілу ресурсів та досягненню стратегічних цілей розвитку медичних закладів.

Виконаємо опис системи підтримки прийняття рішень для оптимізації сценарію реалізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів. Для її використання користувач вводить дані про проекти розвитку госпітальних округів, такі як цінність проектів, бюджет проектів, стан виконання, ризики, доступність ресурсів, терміновість проектів та матрицю сумісності проектів (рис. 5.5).

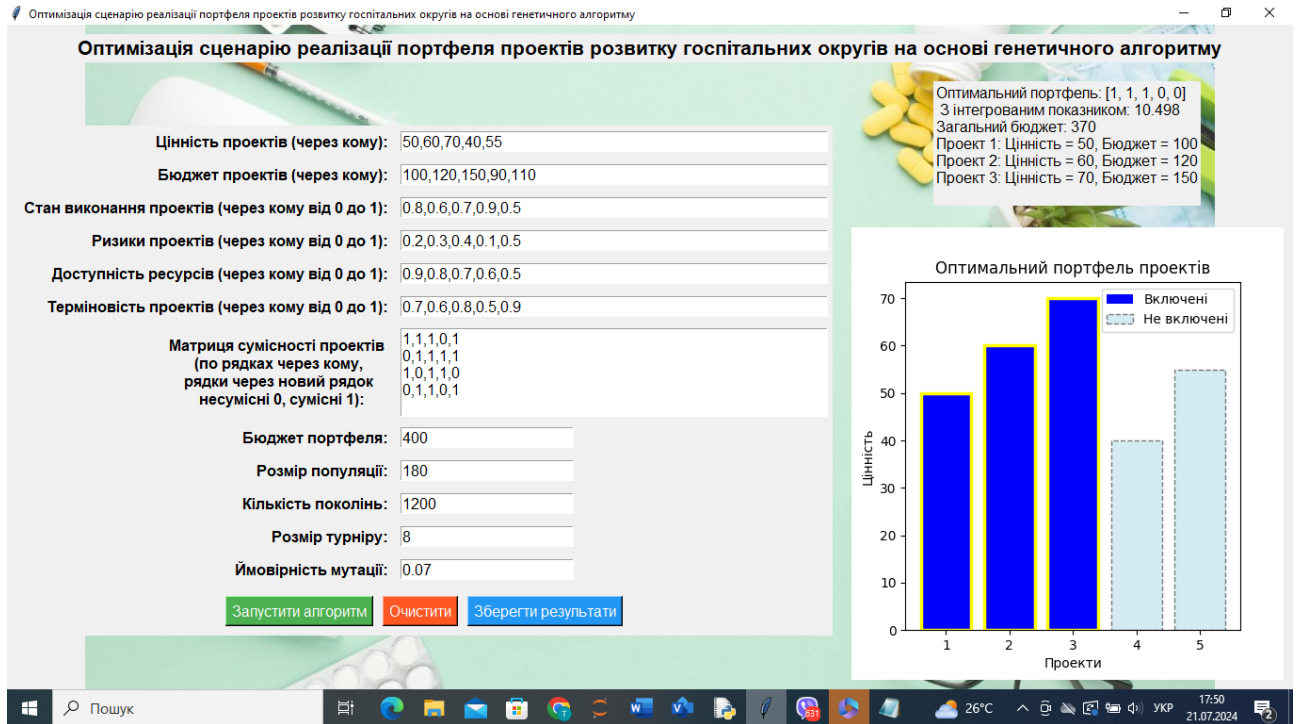


Рисунок 5.5 – Вікно користувачів системи підтримки прийняття рішень для оптимізації сценарію реалізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів

Запропонована система генерує початкову популяцію портфельів проектів, де кожен портфель представлений списком, що містить бінарні значення (1 – проект включено, 0 – проект не включено). Кожен портфель оцінюється за допомогою фітнес-функції, яка враховує цінність проектів, загальний бюджет, стан виконання, ризики, доступність ресурсів, терміновість проектів та сумісність проектів.

Відбір батьків для схрещування проводиться через турнірний відбір, де обираються найкращі індивідууми з випадково обраної групи. Обрані батьки схрещуються для створення нових потомків, а потім потомки зазнають мутації для підвищення генетичної різноманітності. Стара популяція замінюється новою, що складається з нащадків та найкращих індивідуумів з попередньої популяції.

У вікні користувача системи підтримки прийняття рішень відображається оптимальний портфель проєктів та його характеристики у вигляді тексту та графіка. Користувач може зберегти результати оптимізації у окремі файли (текст та графік).

Для розробки системи підтримки прийняття рішень оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів використано наступний інструментарій. Вибрано мову програмування Python для реалізації алгоритмів та інтерфейсу. Зокрема, використано бібліотеку Tkinter: для створення графічного інтерфейсу користувача (GUI). Завдяки бібліотеці Matplotlib здійснюється візуалізація даних та побудова графіків. Бібліотека PIL (Pillow) забезпечує представлення фонових зображень. У запропонованій системі генетичний алгоритм реалізований вручну за допомогою базових засобів Python без використання спеціалізованих бібліотек для генетичних алгоритмів.

Особливостями запропонованої системи підтримки прийняття рішень є те, що використовується генетичний алгоритм. Він використовується для оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів, забезпечуючи пошук глобального оптимуму. Окрім того, користувачі можуть легко вводити дані, запускати алгоритм та переглядати отримані результати. Результати оптимізації відображаються у вигляді тексту та графіку, що спрощує їх аналіз. Існує можливість зберегти результати у файли для подальшого використання.

Для використання запропонованої системи підтримки прийняття рішень слід запуснути програму, щоб відкрити головне вікно користувацького інтерфейсу. Після цього виконується введення даних про проєкти розвитку госпітальних округів у відповідні поля: цінність проєктів (через кому); бюджет проєктів (через кому); стан виконання проєктів (від 0 до 1, через кому); ризики проєктів (від 0 до 1, через кому); доступність ресурсів (від 0 до 1, через кому); терміновість проєктів (від 0 до 1, через кому); матрицю сумісності проєктів (рядки через новий рядок, значення через кому); загальний бюджет портфеля; розмір популяції; кількість поколінь; розмір турніру; ймовірність мутації.

Після введення початкових даних слід запустити алгоритм. Для цього потрібно натиснути на кнопку «Запустити алгоритм», щоб розпочати оптимізацію. Результати оптимізації будуть відображені у текстовому полі, а також у окремому полі вікна буде представлено графік оптимального портфеля проєктів розвитку госпітальних округів. При натисненні на кнопку «Зберегти результати» виконується збереження отриманих результатів у файли. Також передбачено кнопку «Очистити», що забезпечує очищення всіх полів введення початкових даних та результатів.

Запропонована система підтримки прийняття рішень дає можливість пришвидшити процес оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів та підвищити точність отриманих управлінських рішень завдяки врахуванню множини чинників проєктного середовища та існуючих обмежень.

5.5. Обґрунтування архітектури інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів

Для пришвидшеного та якісного прогнозування складових медичних проєктів нами розроблено інтелектуальну інформаційну систему прогнозування складових медичних проєктів, яка базується на нейромережевій моделі, що розроблена нами (п. 3.6) і опублікована у роботі [250]. Архітектура інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для прогнозування їх складових має забезпечити вирішення завдань збору, аналізу, моделювання та прогнозування даних, пов'язаних із проєктами в медичній галузі. Вона передбачає системне формування баз даних та знань із реальних джерел, а також на їх основі використання нейромережевих моделей для виконання прогнозування складових медичних проєктів. Взаємодія користувачів із системою здійснюється через розроблене діалогове вікно. Архітектура інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів представлена на рис. 5.6.

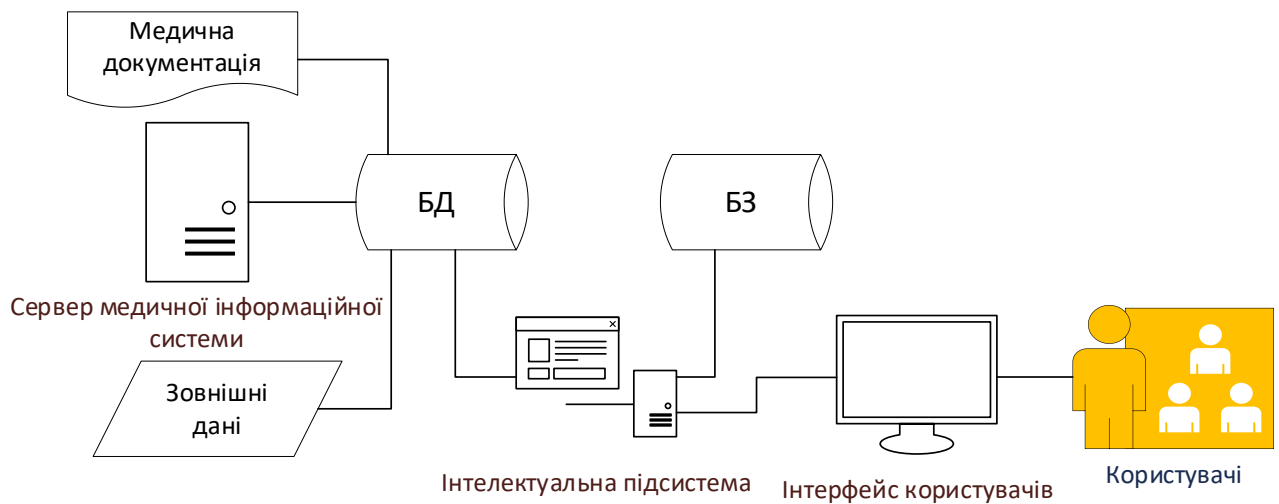


Рисунок 5.6 – Архітектура інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів

До складу запропонованої інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів входять такі основні її компоненти: 1) джерела отримання даних (медична документація, сервер медичної інформаційної системи та інші зовнішні дані), які забезпечують формування бази великих даних, що лежать в основі навчання нейромережових моделей; 2) сформована база даних, які вміщує сортовані за потрібними атрибутами; 3) інтелектуальна підсистема, яка забезпечує навчання підготовку даних та навчання нейромережових моделей; 4) сформована база знань, яка вміщує навчені нейромережові моделі прогнозування складових медичних проєктів та моделі взаємозв'язків між чинниками, які зумовлюють їх зміни; 5) підсистеми управління інтерфейсом між користувачем та комп'ютером.

5.6. Результати розробки алгоритму та інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів

Блок-схема алгоритму роботи інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів представлена на рис. 5.7. Цей алгоритм передбачає виконання 17 взаємопов'язаних кроків.

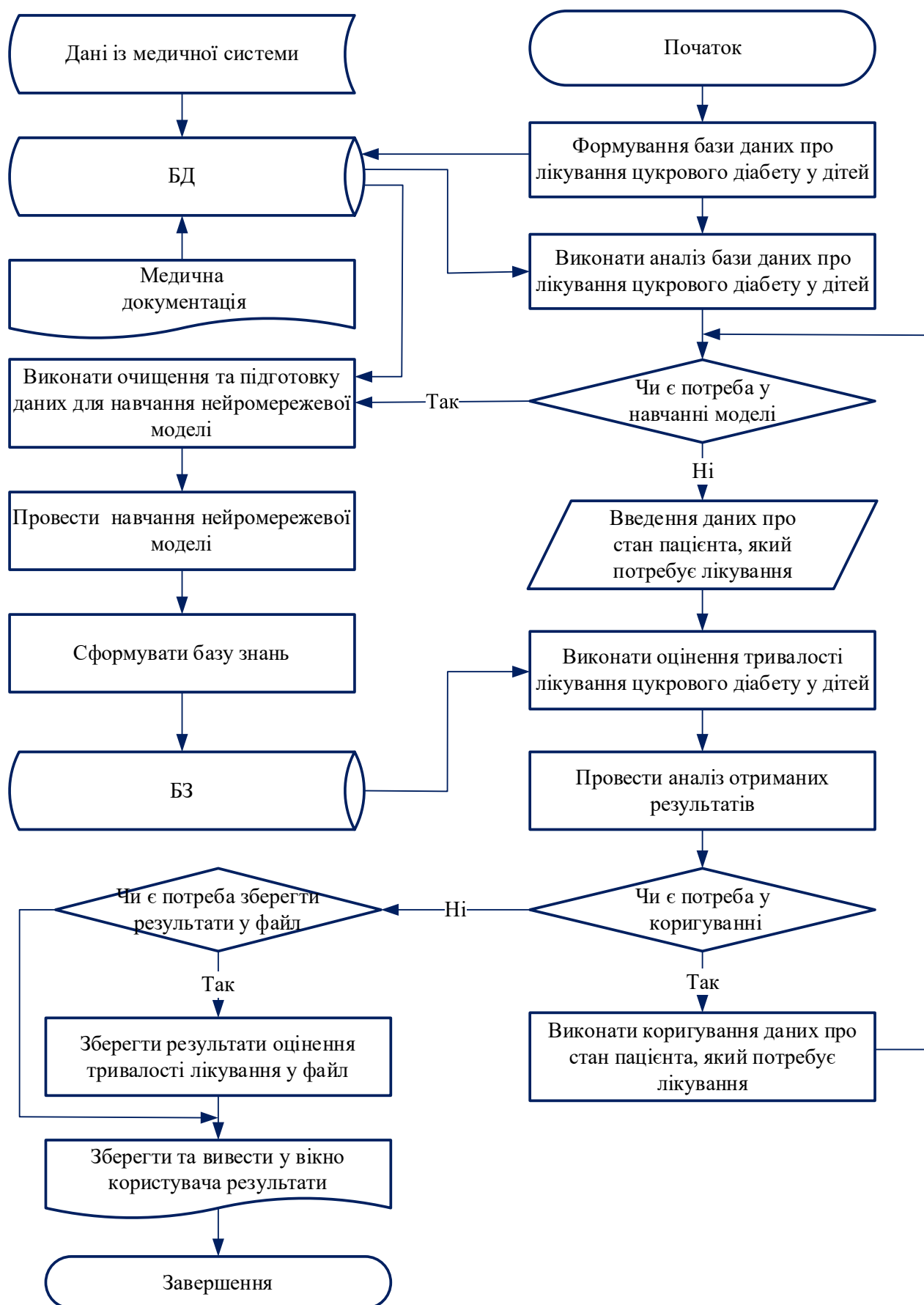


Рисунок 5.7 – Блок-схема алгоритму роботи інтелектуальної інформаційної системи для оцінювання складових медичних проєктів

Алгоритм роботи інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів реалізується у такій послідовності:

1. Ініціювати початок роботи інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів.

2. Отримати із електронної системи медичних записів множину даних D про лікування цукрового діабету у дітей, яку зберегти у БД.

3. Отримати медичну документацію, регламенти, обмеження та правила для формування бази даних (БД).

4. Виконати формування бази даних про попередньо реалізовані проєкти та характеристики пацієнтів завдяки використанню функції $Database_formation()$, що описана у виразі:

$$Database_formation() \Rightarrow D, \quad (5.1)$$

де $Database_formation()$ – функція, яка виконує операцію формування бази даних.

Це забезпечує виконання операції із множиною даних D про попередньо реалізовані проєкти, які у подальшому зберігають у БД.

Множина даних D , яка зберігається у БД, представляється як сукупність кортежів, де кожен кортеж містить значення параметрів для конкретного виду проєктів та пацієнтів і описується виразом:

$$D = \{(P_1, P_2, \dots, P_n), (P_1, P_2, \dots, P_m), \dots\}, \quad (5.2)$$

де n, m – кількість пацієнтів в базі даних, осіб; P_i – значення характеристики кожного пацієнта, які відображають конкретні дані для кожної з них.

5. Виконати аналіз БД про попередньо реалізовані проєкти, враховуючи множину характеристик P стану пацієнта, які описані у виразі:

$$P_i = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}, \quad (5.3)$$

де p_1, p_2, \dots, p_k – це конкретні значення характеристик пацієнта; k – кількість характеристик пацієнтів.

6. Перевірити умову, чи є потреба виконати навчання нейромережевої моделі. Якщо умова виконується, то перейти до кроку 7, якщо не виконується, то перейти до кроку 11.

7. Виконати очищення та підготовку даних для навчання нейромережевої моделі. Для цього використовується функція $Data_cleaning_preparation(D,R)$ очищення та підготовки даних, яка описана у виразі:

$$Data_cleaning_preparation(D,R) \Rightarrow D_c, \quad (5.5)$$

де $Data_cleaning_preparation(D,R)$ – функція очищення та підготовки даних; D – множина даних про лікування пацієнтів, яка зберігається у БД; R – результати попередніх дій; D_c – множина підготовлених даних.

У результаті виконання цього кроку отримують множину підготовлених даних D_c до навчання нейромережевої моделі.

8. Провести навчання нейромережевих моделей. На цьому кроці виконується пошук таких параметрів θ , які мінімізують помилку між прогнозами моделі і справжніми значеннями цільових змінних, що можна виразити у вигляді функції втрат $L(\theta)$, яка описана виразом:

$$L(\theta) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L(y_i, M(x_i, \theta)), \quad (5.6)$$

де N – кількість прикладів в навчальному наборі, x_i, y_i – вхідні признаки та відповідні цільові значення для i -го прикладу; L – функція втрат, яка визначає різницю між прогнозом моделі $M(x_i, \theta)$ і реальним значенням y_i тривалості лікування пацієнтів.

9. Сформувати базу знань, яка вміщує навчені нейромережеві моделі та моделі взаємозв'язків між окремими характеристиками проєктного середовища.

10. Ввести дані про поточний стан пацієнтів, що потребують лікування із врахуванням характеристик пацієнтів, які описані у виразі

$$P_i = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}, \quad (5.7)$$

де p_1, p_2, \dots, p_k – це конкретні значення характеристик пацієнта; k – кількість характеристик пацієнта.

11. Виконати процес оцінення складових медичних проєктів $E(t)$ на основі введених даних про стан пацієнтів P , використання навченої нейромережевої моделі M .

12. Перевірити умову чи є потреба у коригуванні даних про поточний стан пацієнта, що потребує лікування. Якщо умова виконується, то перейти до кроку 13, якщо не виконується, то перейти до кроку 14.

13. Виконати коригування даних про стан пацієнтів, які потребують лікування. Для цього використовується функція $Data_adjustment(P, E(t))$ коригування даних, яка описана виразом:

$$Data_adjustment(P, E(t)) \Rightarrow P', \quad (5.8)$$

де P' – це вектор коригованих характеристик пацієнта, P – початкові характеристики пацієнта, $E(t)$ – оцінка складових медичних проєктів.

Це забезпечує отримання вектора P' коригованих характеристик пацієнтів.

14. Перевірити умову чи є потреба у збереженні результатів оцінення складових медичних проєктів у файл. Якщо умова виконується, то перейти до кроку 15, якщо не виконується, то перейти до кроку 16.

15. Зберегти результати оцінення складових медичних проєктів у файл. Для цього використовується функція $Save_results(E(t), File)$, що описана виразом:

$$Save_results(E(t), File) \Rightarrow File_text, \quad (5.9)$$

де $Save_results(E(t), File)$ – функції збереження результатів; $E(t)$ – оцінка складових медичних проєктів, $File_text$ – текстовий файл із збереженими результатами.

Це забезпечує отримання текстового файлу $File_text$ із збереженими результатами.

16. Зберегти та вивести у вікно користувача результати оцінення складових медичних проєктів. Цей процес відбувається завдяки виконанню функції $Output_results(E(t), Text, Graph)$ виведення результатів, яка описана виразом:

$$Output_results(E(t), Text, Graph) \Rightarrow (Text_E(t), Graph_E(t)), \quad (5.10)$$

де $Output_results(E(t), Text, Graph)$ – функція виведення результатів; $Text_E(t)$ – текстовий опис отриманих результатів, $Graph_E(t)$ – графік для відображення результатів оцінення складових медичних проєктів $E(t)$.

Це передбачає отримання текстового опису $Text_E(t)$ отриманих результатів та графіків $Graph_E(t)$ для відображення результатів оцінення складових медичних проєктів $E(t)$ у вікні користувачів.

17. Завершити роботу системи підтримки прийняття рішень для оцінення тривалості лікування цукрового діабету у дітей.

Останній крок передбачає завершення роботи інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів.

На підставі вище описаного алгоритму розроблено інтелектуальну інформаційну систему прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів на мові Python 3.11, а вікно її користувачів представлено на рис. 5.8.

Інтерфейс користувача є важливим компонентом будь-якої інформаційної системи. Інтерфейс користувача інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів повинен бути простим у використанні та зрозумілим для користувачів (рис. 5.8). Він повинен дозволяти користувачам вводити дані про новий медичний проєкт та отримувати прогнози від інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів.

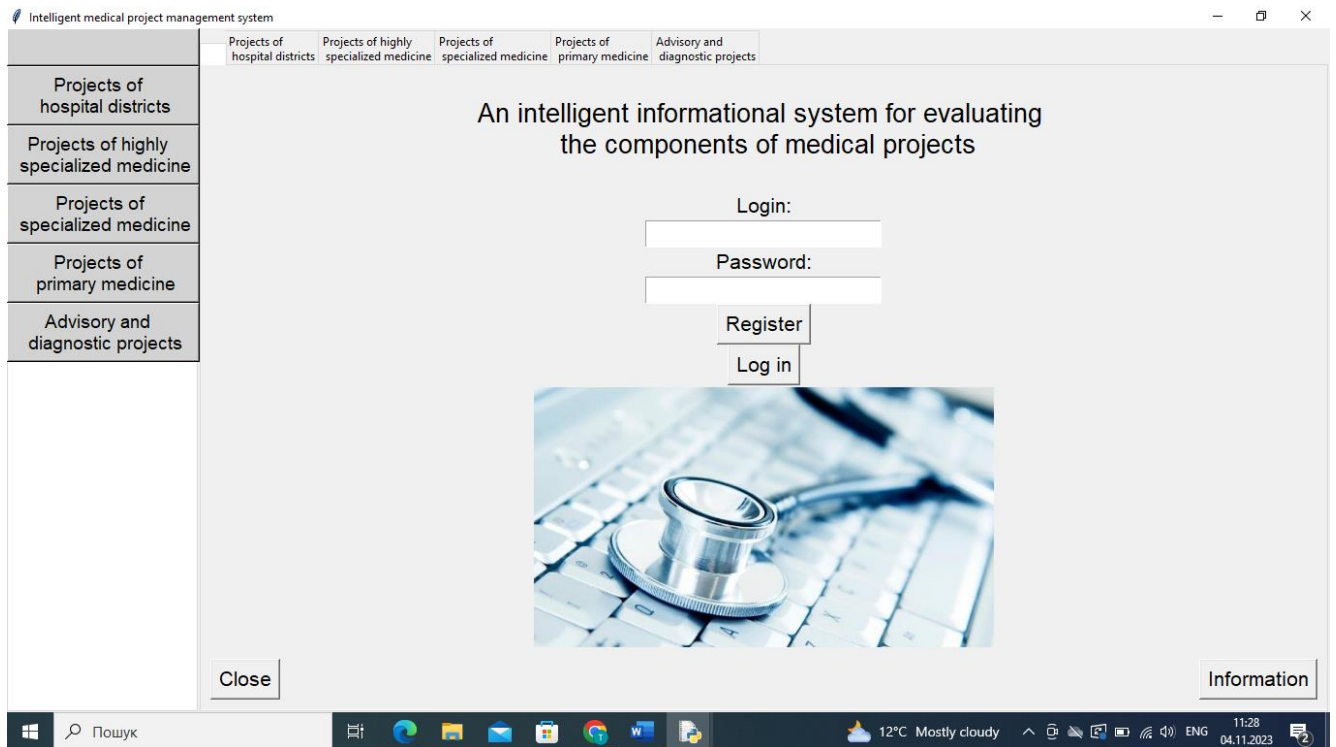


Рисунок 5.8 – Головне вікно інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів

Під час проєктування інтерфейсу користувача інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів враховано низку вимог. Він повинен бути простим у використанні та зрозумілим для користувачів. Мати чіткий та інтуїтивно зрозумілий дизайн.

Інтерфейс користувача інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів повинен бути доступним для користувачів з різними рівнями досвіду. Він повинен мати різні рівні доступу для користувачів залежно від їхніх ролей та повноважень. Повинен забезпечувати всі необхідні функції для введення даних про новий медичний проєкт та отримання прогнозів від інтелектуальної інформаційної системи. Окрім того, інтерфейс користувача повинен бути гнучким і адаптивним. Він повинен бути здатним адаптуватися до змін у інтелектуальній інформаційній системі прогнозування складових медичних проєктів та потреб користувачів.

Інтерфейс користувача інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів передбачає 6 сторінок. Одна із них стартова – для реєстрації та авторизації, а інші вміщують діалогові вікна відповідно для прогнозування складових проєктів створення госпітальних округів, проєктів високоспеціалізованої медицини, проєктів спеціалізованої медицини, проєктів первинної медицини та консультативно-діагностичних проєктів.

Основні елементи кожної із вкладок інтерфейсу користувача інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів стосуються введення даних, прогнозування та аналізу виконаних прогнозів. Елементи введення даних забезпечують можливість вводити дані про новий медичний проєкт. Ці дані повинні включати інформацію про такі характеристики проєкту, як складність, тривалість та бюджет. Вони також включають інформацію про обмеження у проєктах, такі як вартість, час виконання та якість. Елементи для прогнозування складових проєктів представляють можливість навчання нейромережевих моделей та забезпечують можливість отримувати бажані прогнози. Елементи аналізу прогнозів забезпечують можливість отримання знань щодо тенденцій зміни складових медичних проєктів за зміни проєктного середовища. Це може включати можливість порівняти прогнози з фактичними результатами проєктів, а також можливість відстежувати зміну прогнозів з часом за зміни проєктного середовища.

Нами пропонується інтелектуальна інформаційна система для прогнозування складових медичних проєктів. Вона базується на використанні діючих медичних баз даних, що вміщують достатньо великі вибірки історичних даних, які у подальшому використовуються для прогнозування окремих складових медичних проєктів. Це спонукає використовувати у запропонованій інтелектуальній інформаційній системі для прогнозування складових медичних проєктів статистичні методи, методи машинного навчання та експертні методи.

Архітектура запропонованої інтелектуальної інформаційної системи для прогнозування складових медичних проєктів передбачає використання штучних

нейронних мереж. Саме цей інструментарій дозволяє навчатися на історичних даних та виконувати прогнози складових медичних проєктів із адаптуванням до змін їх мінливого проєктного середовища.

Розроблений алгоритм роботи запропонованої інтелектуальної інформаційної системи передбачає виконання 17 кроків, якими відображається запропонований підхід до прогнозування складових медичних проєктів. Це означає, що його можна використовувати для прогнозування тривалості лікування різних захворювань, а також для прогнозування інших складових медичних проєктів, таких як вартість лікування, тривалість проєктів, кількість необхідних ресурсів тощо. Цей алгоритм є цінним інструментом для проєктних менеджерів та медичних працівників.

Запропонована інтелектуальна інформаційна система для прогнозування складових медичних проєктів має низку переваг порівняно з існуючими. Зокрема, вона передбачає використання різних методів для прогнозування складових медичних проєктів та розгляд їх на окремих рівнях, що потребують різних методів. Запропонована інформаційна система є більш точною, оскільки використовує комбінацію методів прогнозування, та адаптивною до змін проєктного середовища, оскільки може навчатися на історичних даних та адаптуватися до змін. Зазначена інформаційна система є доступною для проєктних менеджерів, оскільки може використовуватися без необхідної наявності спеціалізованих знань у галузі машинного навчання.

У нашій роботі обмежилися окремими групами медичних проєктів. У подальшому їх можна розширювати для кожної запропонованої групи та відповідно розробляти для них окремі модулі та пропонувати інструментарій, що забезпечить прогнозування складових цих проєктів. Також нами тільки концептуально означено окремі складові, які можна прогнозувати. У подальшому їх також можна розширювати, що потребує проведення відповідних досліджень задля обґрунтування ефективного інструментарію для проєктних менеджерів медичних проєктів.

Використання запропонованої інтелектуальної інформаційної системи в медичних проєктах забезпечить підвищення точності їх планування та пришвидшить процес прийняття управлінських рішень. Окрім того покращиться

виконання процесів управління медичними проєктами завдяки підвищенню точності виконаних прогнозів. Однак при цьому можуть виникнути проблеми із формуванням достатньої бази даних щодо характеристик попередньо реалізованих проєктів. Для цього пропонується забезпечити доступ до медичної інформаційної системи України, якою користуються лікарі усіх рівнів – електронна система охорони здоров'я (ЕСОЗ). Вона функціонує в Україні із 2018 року. На сьогоднішній день до системи підключено понад 65 тисяч закладів охорони здоров'я, а в ній зареєстровано понад 30 мільйонів пацієнтів.

Висновки до розділу 5

1. Розроблений алгоритм визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону передбачає виконання 12 кроків, які базуються на розроблених методах і моделях і враховують особливості формування бюджету зазначених проєктів та їх цінність за заданих вигод, що забезпечує пришвидшення та підвищення якості виконання управлінського процесу визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, а також створення відповідної системи підтримки прийняття рішень.

2. На основі запропонованих системно-ціннісного підходу та відповідного алгоритму розроблена система підтримки прийняття рішень для визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, архітектура якої передбачає клієнтську частину (Frontend), що розроблена із використанням HTML та CSS для розмітки і стилізації сторінки, JavaScript для динамічного додавання медичних проєктів до списку, обробки подій, а також відправку запитів на сервер, що забезпечує пришвидшення та підвищення точності виконання процесу визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону.

3. Розроблений алгоритм оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів базується на розробленому методі адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища та моделі оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів

на основі генетичного алгоритму, що забезпечує пришвидшення та підвищення точності виконання управлінського процесу оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів, а також лежить в основі створення відповідної системи підтримки прийняття рішень.

4. Запропонована система підтримки прийняття рішень для оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів базується на розробленому алгоритмі та передбачає використання генетичного алгоритму, який є ефективним методом пошуку оптимальних рішень з-поміж можливих варіантів формування портфелів проєктів розвитку госпітальних округів, інтегрує сучасні інструменти для обробки даних і візуалізації результатів, надаючи користувачам зручний інтерфейс для введення даних, запуску алгоритму та аналізу отриманих результатів, що дозволяє проєктним менеджерам та керівникам госпітальних округів приймати обґрунтовані управлінські рішення забезпечуючи раціональний розподіл ресурсів та досягненню стратегічних цілей розвитку медичних закладів.

5. Обґрунтована архітектура інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів передбачає системне формування баз даних та знань із реальних джерел отримання інформації, використання нейромережових моделей для прогнозування складових медичних проєктів, а також взаємодію користувачів через розроблене діалогове вікно, що забезпечує пришвидшене та якісне прогнозування складових медичних проєктів завдяки вирішенню завдань збору, аналізу, моделювання та прогнозування даних, пов'язаних із проєктами в медичній галузі.

6. Розроблені алгоритм та інтелектуальна інформаційна система прогнозування складових медичних проєктів передбачають виконання 17 взаємопов'язаних кроків, які базуються на використанні медичних баз даних для формування великої вибірки історичних даних, а також штучних нейронних мереж, забезпечують точне прогнозування складових медичних проєктів, таких як тривалість лікування різних захворювань, вартість лікування, життєвий цикл проєктів лікування пацієнтів, потребу у ресурсах, що лежить в основі підвищення точності планування та пришвидшення процесів прийняття управлінських рішень.

РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-СИМВОЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ

6.1. Результати розробки алгоритму комп'ютерної моделі диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад

Нами розроблено алгоритм створення комп'ютерної моделі диференціально-символьного управління медичними проєктами підтримки населення громад, блок схема якого представлена на рис. 6.1.

Диференціально-символьне планування медичних проєктів підтримки населення громад передбачає виконання 16 кроків, які передбачають використання формул (4.8-4.17):

1. Збір даних для виконання планування медичних проєктів підтримки населення громад.
2. Визначення основних параметрів, до яких належить поточний стан здоров'я та активності населення громади, бюджет проєкту, доступні ресурси, тривалість реалізації проєкту та інші важливі характеристики.
3. Формування диференціальних рівнянь передбачає запис диференціального рівняння (4.8) на основі функції $F(Y, P, U, t)$, яка визначає динаміку реалізації проєкту.
4. Символьне визначення конфігурації проєкту, що забезпечує представлення конфігурації проєкту $P(t)$ за допомогою рівняння (4.10).
5. Формування вектора управління проєктом $U(t)$ за допомогою рівняння (4.11) та умов (4.12).
6. Задати цільову функцію $J(Y, P(t), U(t), t)$ відповідно до визначених цілей та обмежень.
7. Формулювання задачі оптимізації із використанням рівняння (4.16) та умови (4.14).

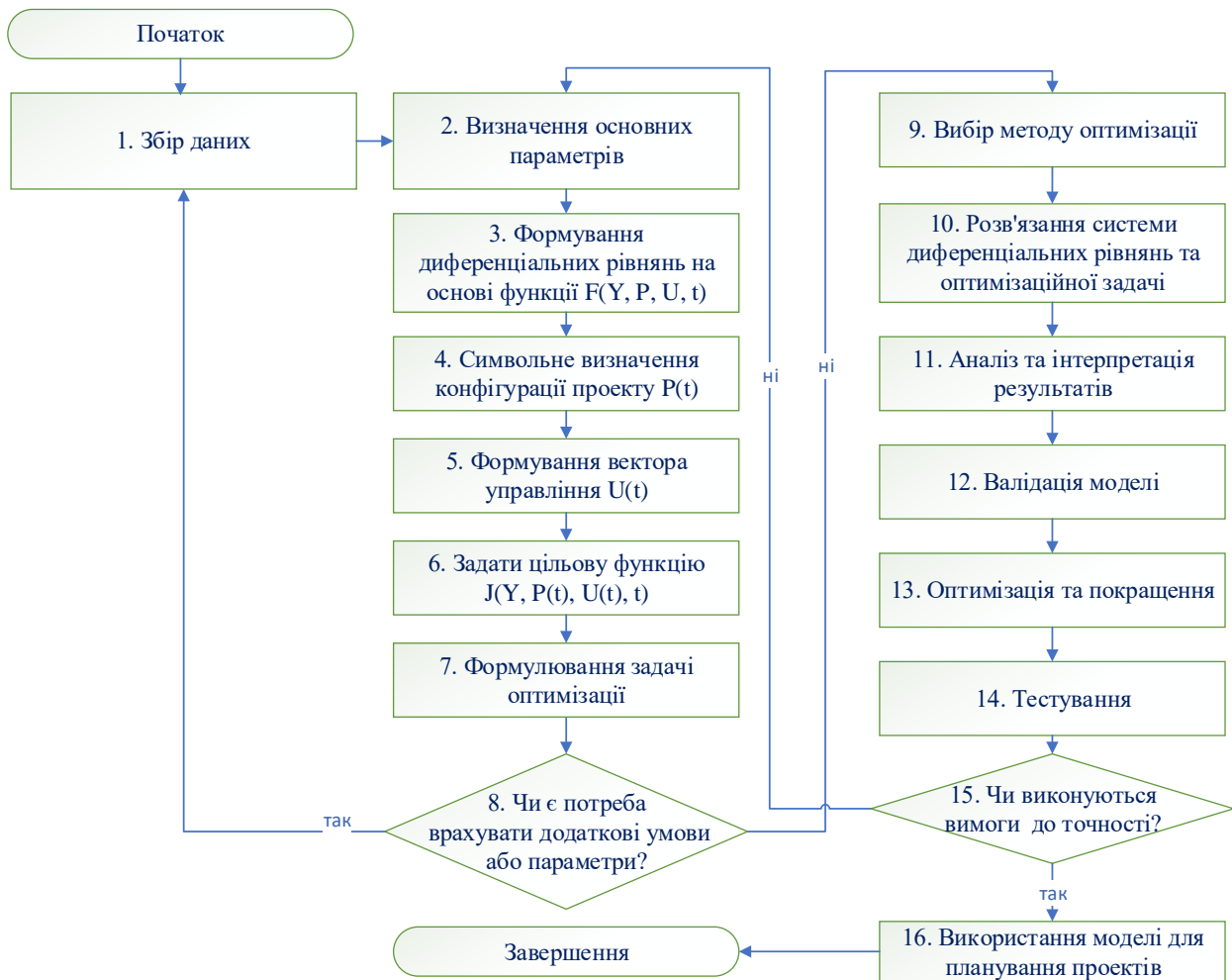


Рисунок 6.1 – Блок-схема алгоритму створення комп'ютерної моделі диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад

8. Перевірка умови чи є потреба врахувати додаткові умови або параметри. Якщо так, то перейти до кроку 1. При цьому слід додати додаткові умови або параметри, які можуть впливати на динаміку проєкту (наприклад, обмеження на максимальні значення бюджету, ресурсів і тривалості). Якщо ні, то перейти до кроку 9.

9. Виберіть метод оптимізації для розв'язання задачі оптимізації. Це може бути чисельний метод, метаевристика або аналітичний метод, залежно від складності проєкту та моделі.

10. Розв'язання системи диференціальних рівнянь та оптимізаційної задачі. При цьому застосовується вибраний метод для розв'язання системи диференціальних рівнянь та оптимізаційної задачі.

11. Аналіз та інтерпретація результатів, що забезпечує оцінення отриманих результатів, проведення аналізу впливу різних параметрів та якості управлінських рішень на реалізацію проєкту.

12. Валідація моделі забезпечує перевірку правильності та адекватності моделі, порівнюються її результати з емпіричними даними або літературними джерелами.

13. Оптимізація та покращення забезпечує виконання необхідних корективів та за потреби оптимізації моделі. Виконується документування моделі, включаючи введені припущення, математичні рівняння, методи оптимізації та інші важливі аспекти.

14. Тестування моделі з різними вхідними параметрами та перевірка її стійкості та надійності.

15. Перевірка умови чи виконуються вимоги до точності. Якщо так, то перейти до кроку 16. Якщо ні, то перейти до кроку 2.

15. Використання моделі для планування медичних проєктів підтримки населення громад.

На основі запропонованого алгоритму нами створено комп'ютерну модель диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад. Код написаний на мові програмування Python із використанням бібліотек для розв'язання диференціальних рівнянь, оптимізації та візуалізації результатів. Зокрема, використано NumPy для роботи з числовими даними та векторами. SciPy для чисельного розв'язання диференціальних рівнянь та оптимізації цільової функції, Matplotlib для візуалізації даних, зокрема для створення 3D-графіків. При цьому використано метод оптимізації SLSQP для знаходження оптимальних значень управлінських параметрів, які мінімізують цільову функцію при заданих обмеженнях.

6.2. Комп'ютерна модель диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

Розроблена комп'ютерна модель призначена для планування та оптимізації проєктів медичної підтримки населення громад, зокрема для визначення

оптимального сценарію проєктів медичної підтримки населення громад заданого бюджету, обсягу наявних ресурсів та тривалості проєкту (рис. 6.2).

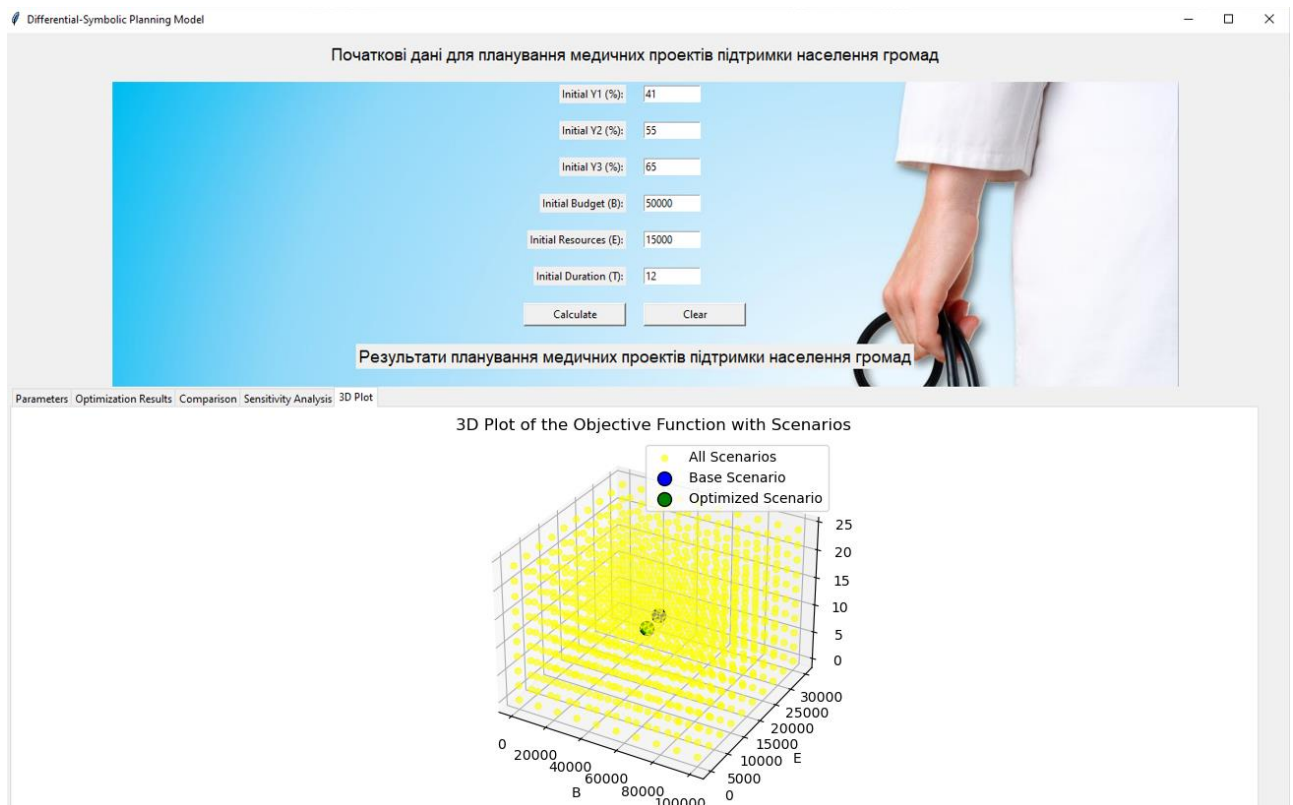


Рисунок 6.2 – Вікно користувача комп'ютерної моделі із результатами визначення оптимального сценарію реалізації медичних проєктів підтримки населення громад

Основними компонентами розробленої моделі є динамічні та контрольні змінні, функції динаміки медичних проєктів підтримки населення громад, цільова функція, обмеження, методи числового розв'язання диференціальних рівнянь та оптимізації, а також візуалізації отриманих результатів. Динамічні змінні описують стан медичних проєктів підтримки населення громад, який змінюється з часом. До них належить відсоток здорового населення, залученого до просвітницьких заходів ($Y1$), відсоток здорового населення, залученого до вакцинації ($Y2$) та відсоток здорового населення, яке має інформацію про стан здоров'я ($Y3$).

Контрольні змінні забезпечують управління медичними проєктами підтримки населення громад системою і вони можуть бути оптимізовані. До них

належить бюджет проєкту (B), ресурси, виділені на проєкт (E) та тривалість реалізації проєкту (T), які відображено у виразі (4.10).

Передбачено використання функцій динаміки проєкту, які визначають, як динамічні змінні міняються з часом залежно від контрольних змінних та інших параметрів. Реалізація проєкту описується диференціальним рівнянням (4.11). У запропонованій комп'ютерній моделі передбачено використання математичних рівнянь, які описують, як динамічні змінні змінюються з часом. В моделі вони використовуються для опису стану відсотка здорового населення, залученого до просвітницьких заходів ($Y1$), відсоток здорового населення, залученого до вакцинації ($Y2$) та відсоток здорового населення, яке має інформацію про стан здоров'я ($Y3$). Зокрема передбачено три окремі функції ($F1, F2, F3$), що описують зміни у трьох показниках здоров'я населення ($Y1, Y2, Y3$) в залежності від бюджету (B), ресурсів (E), тривалості (T), управлінських змінних $U(t)$, що представлено вектором управління проєктом (4.12) впродовж часу (t).

Під час створення комп'ютерної моделі розроблено функцію `health_project_dynamics` для опису диференціальних рівнянь, що визначає динаміку проєкту. Для оптимізації передбачена цільова функція `objective_function`, що описана у виразі (4.16), яка визначає мінімальні витрати коштів на реалізацію проєкту за максимального зростання відсотка здорового населення. Розроблена функція `calculate` виконує оптимізацію управлінських змінних (U) для досягнення найкращих результатів. При цьому використовуються задані обмеження бюджету (B), ресурсів (E) та тривалості (T) реалізації медичних проєктів підтримки населення громад.

Після виконання розрахунків та визначення оптимальних значень складових реалізації медичних проєктів підтримки населення громад виконується візуалізація отриманих результатів. Для цього створено функцію `create_table`, що забезпечує створення таблиць з результатами оптимізації, порівняння та чутливості параметрів. Окрім того, передбачено функцію `create_chart` для побудови графіків аналізу чутливості та функцію `create_3d_plot` для створення 3D-графіка, що показує

результати базового та оптимального сценаріїв реалізації медичних проєктів підтримки населення громад.

Графічний інтерфейс користувача GUI комп'ютерної моделі диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад розроблено за допомогою бібліотеки Tkinter. Це забезпечило виведення елементів управління для вводу даних, кнопки для розрахунків і очищення, а також вкладки для відображення таблиць та графіків.

Розроблена комп'ютерна модель надає інструмент проєктним менеджерам для прийняття управлінських рішень щодо медичних проєктів підтримки населення громад шляхом використання диференціально-символьного підходу, чисельних методів для оптимізації управлінських змінних і візуалізації результатів для подальшого аналізу та планування.

6.3. Результати розробки алгоритму комп'ютерної моделі диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад

Нами розроблено алгоритм комп'ютерної моделі диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад, блок схема якого представлена на рис. 6.3. Диференціально-символьне оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад передбачає виконання 9 кроків, які передбачають використання формул (4.18-4.25):

1. Ініціалізація змінних для виконання оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад. Для цього задаємо попередньо відоме значення відсотка здорового населення $Y_1(t)$, $Y_2(t)$ та $Y_3(t)$ і у подальшому на підставі формул (4.18-4.20) записуємо рівняння динаміки для реалізації заходів покращення стану здоров'я населення. Фіксуємо початковий відсоток здорового населення, що взяло участь у різних заходах із використанням формули (4.21). Задаємо початкове значення бюджету B та тривалості t реалізації проєкту.

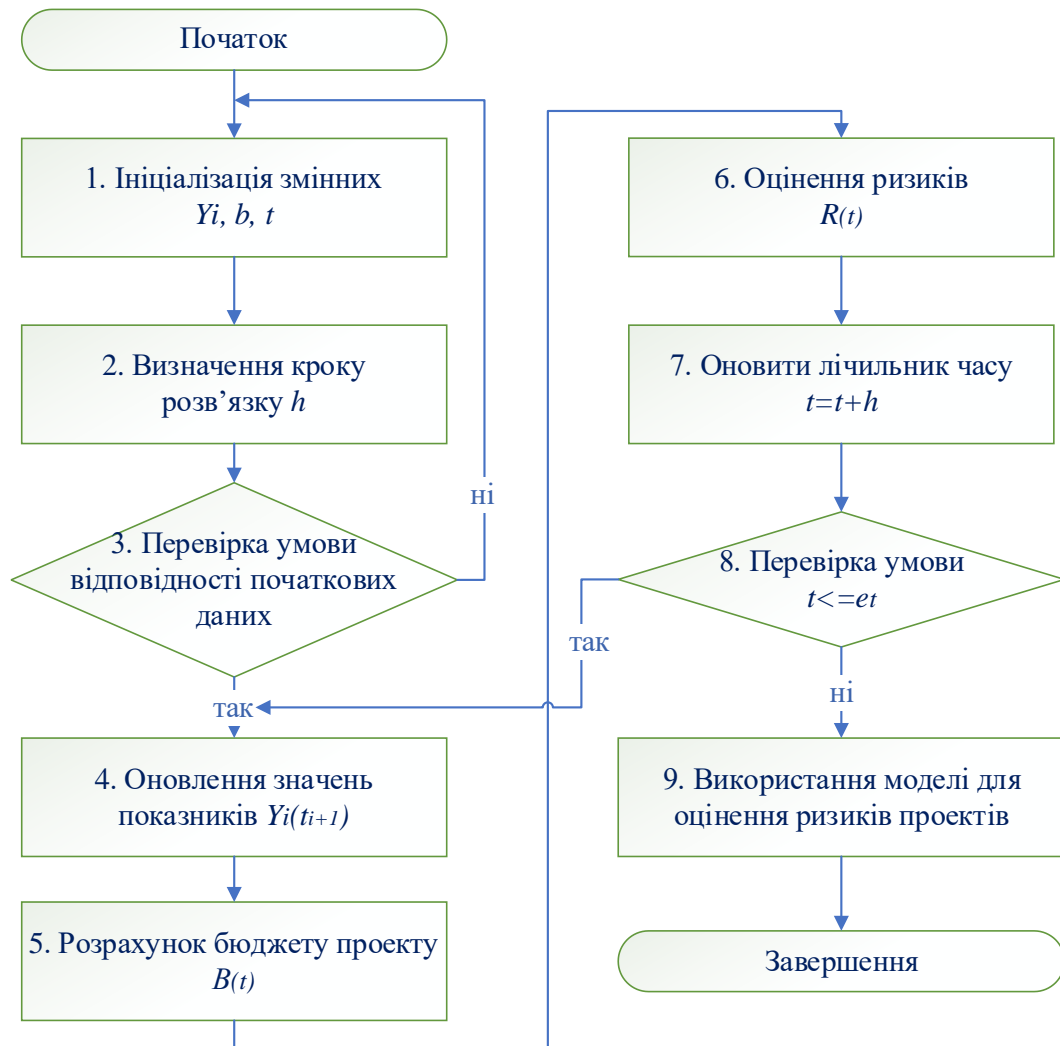


Рисунок 6.3 – Блок-схема алгоритму створення комп'ютерної моделі диференціально-символьного оцінення ризиків проектів медичної підтримки населення громад

2. Визначення кроку розв'язку із використанням формули (4.25).

3. Перевірка умови відповідності усіх початкових даних. Якщо так, то перейти до кроку 4. Якщо ні, то перейти до кроку 1 і внести зміни у початкові дані для виконання оцінення ризиків проектів медичної підтримки населення громад.

4. Для чисельного розв'язку диференціальних рівнянь використовувати метод Ейлера із використанням формул (4.24).

5. Виконати розрахунок бюджету проєкту медичної підтримки населення громади за допомогою формули (4.22) та умов: $\int_0^t Y_1(\tau) d\tau \approx h \sum_{j=0}^i Y_1(t_j)$,

$$\int_0^t Y_2(\tau) d\tau \approx h \sum_{j=0}^i Y_2(t_j) \text{ та } \int_0^t Y_3(\tau) d\tau \approx h \sum_{j=0}^i Y_3(t_j).$$

6. Оцінення ризиків проєкту медичної підтримки населення громади $R(t)$ на основі знайдених відхилень від планових показників із використанням рівняння (4.23).

7. Оновити лічильник часу реалізації проєкту медичної підтримки населення громади $t = t + h$.

8. Перевірка умови чи заданий етап моделювання не перевищує часу завершення проєкту медичної підтримки населення громади. Якщо так, то перейти до кроку 4. При цьому слід оновити значення показників для чисельного розв'язку диференціальних рівнянь. Якщо ні, то перейти до кроку 9.

9. Використання моделі для оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад.

На основі запропонованого алгоритму нами створено комп'ютерну модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад. Код написаний на мові програмування Python із використанням бібліотек для розв'язання диференціальних рівнянь, оптимізації та візуалізації результатів. Бібліотека NumPy використовується для роботи з числовими масивами та виконання математичних операцій. Застосовується для реалізації чисельного розв'язку диференціальних рівнянь та обчислень у моделі. Завдяки бібліотеці Matplotlib виконано візуалізації результатів моделювання. Це дозволило створити графіки змін відсотка здорового населення, бюджету та ризику протягом проєкту. Також використовується для додавання вертикальної лінії на графіках, що вказує на оптимальне значення ризику. Бібліотека Pandas використовується для створення та обробки таблиць з даними. Застосовується для зручного відображення початкових даних, результатів моделювання та показників для заданого рівня ризику у вигляді таблиць. Структура коду комп'ютерної моделі складається з наступних основних блоків: 1) ініціалізація початкових даних та параметрів моделі;

2) перевірка початкових даних на коректність; 3) цикл моделювання, що виконує чисельний розв'язок диференціальних рівнянь та записує результати; 4) виведення та збереження результатів у вигляді графіків та таблиць; 5) додавання аналізу та візуалізація оптимального значення ризику.

6.4. Комп'ютерна модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад

Розроблена нами комп'ютерна модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад використовуватиметься проєктними менеджерами під час виконання процесів оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад. Вона базується на розроблених нами математичній моделі (п. 4.3) та алгоритмі (п. 6.3). Модель реалізована у вигляді графічного інтерфейсу користувача (GUI), що дозволяє вводити початкові дані, виконувати розрахунки та відображати результати у вигляді текстових звітів і графіків (рис. 6.4).

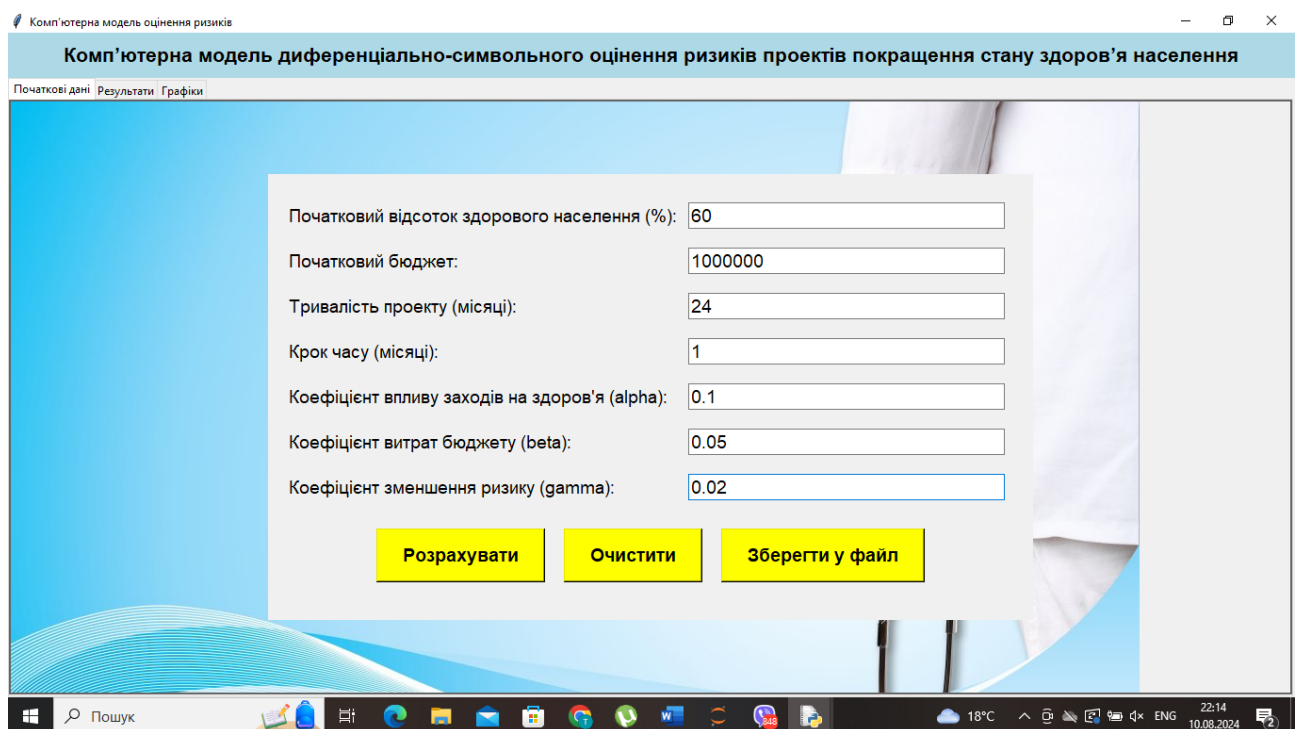


Рисунок 6.4 – Вікно користувача комп'ютерної моделі із початковими даними для оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад

Одним із компонентів запропонованої комп'ютерної моделі диференціально-символьного оцінення ризиків зазначених проєктів є графічний інтерфейс користувача (GUI). Він складається із 3 вкладок, які передбачені для введення початкових даних, відображення результатів та їх візуалізації у вигляді графіків.

У вкладці «Початкові дані» користувач має можливість ввести такі початкові дані для оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад, як існуючий (початковий) відсоток здорового населення у заданій громаді, наявний (початковий) бюджет проєкту, планова тривалість реалізації проєкту (в місяцях), крок часу для моделювання реалізації проєкту, коефіцієнти впливу заходів на здоров'я населення громади, витрат бюджету та зменшення ризику.

Передбачено, що у вкладці «Результати» подаються у текстовому вигляді початкові дані, текстовий звіт із результатами моделювання та визначення оптимальних ризиків проєктів медичної підтримки населення громад (рис. 6.5).

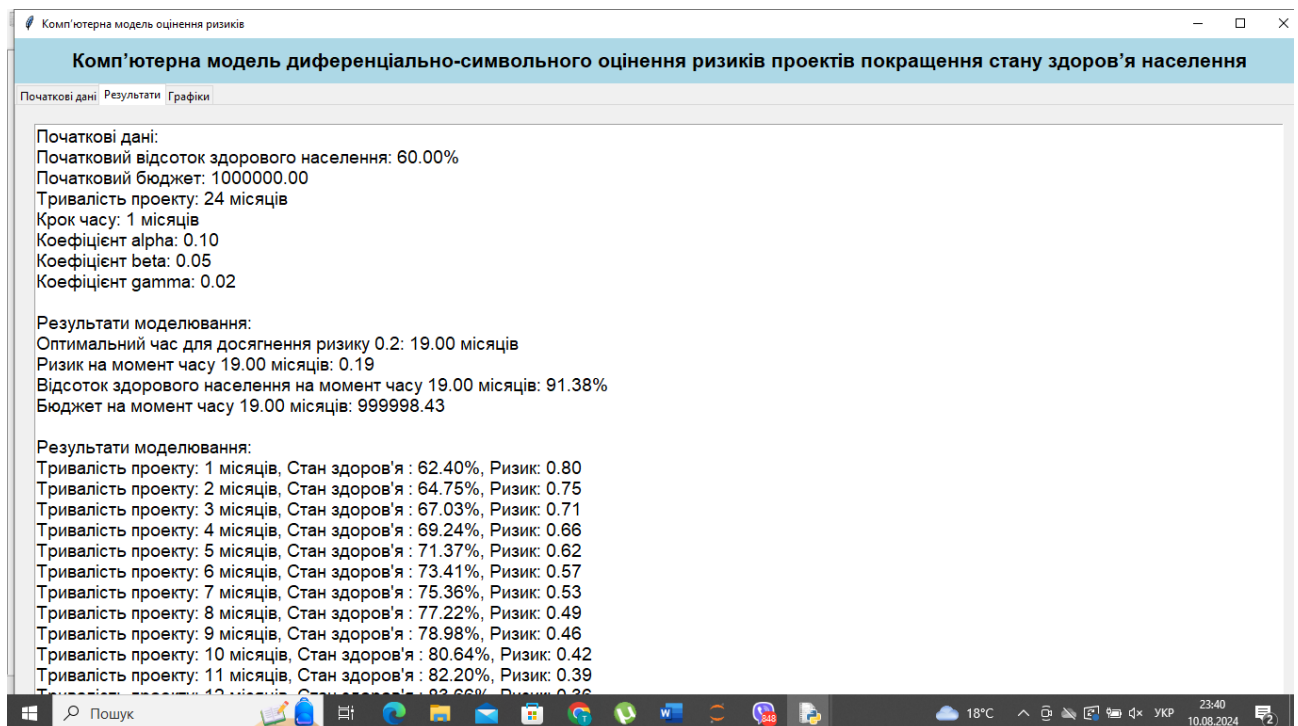


Рисунок 6.5 – Вікно користувача комп'ютерної моделі із результатами оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад

Водночас, у вкладці «Графіки» виконується візуалізація отриманих результатів завдяки графічному представленню динаміки змін показників здоров'я та ризиків (рис. 6.6).

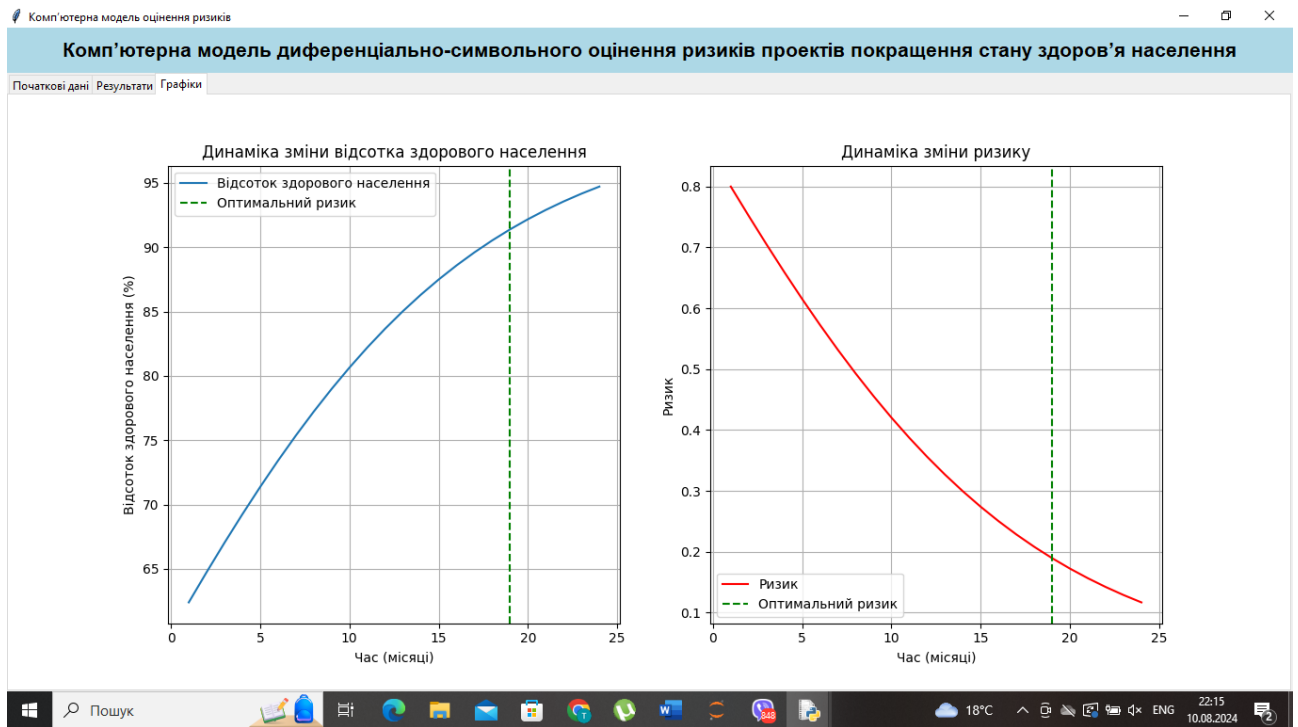


Рисунок 6.6 – Вікно користувача комп'ютерної моделі із візуалізацією результатів оцінення ризиків проектів медичної підтримки населення громад

Математичною основою запропонованої комп'ютерної моделі є чисельний розв'язок диференціальних рівнянь диференціально-символьним методом та методом Ейлера для прогнозування змін показників стану здоров'я населення громади та бюджету проекту медичної підтримки населення громади.

У результаті використання рівнянь (4.18-4.25) виконується моделювання проектів та визначення тенденцій зміни відсотка здорового населення громади із використанням заданих коефіцієнтів впливу заходів на здоров'я та витрати бюджету та їх впливу на кількісне значення ризику.

Процес моделювання проектів медичної підтримки населення громад виконується наступним чином. На кожному кроці моделювання оновлюються значення відсотка здорового населення та бюджету. Ризик проектів розраховується для кожного моменту часу на основі відсотка хворого населення громади. Модель дозволяє знаходити оптимальний час досягнення певного рівня ризику, який відображається на графіках як вертикальна лінія.

Запропонована візуалізація отриманих результатів моделювання (рис. 6.6) подається у вигляді графіків динаміки змін показників здоров'я та ризиків. Графіки

показують динаміку зміни відсотка здорового населення громади та ризиків під час реалізації проєктів впродовж заданої тривалості реалізації проєктів. Вертикальна лінія на графіку показує оптимальний час досягнення мінімального ризику.

У комп'ютерній моделі диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громади передбачено збереження отриманих результатів. При цьому, результати моделювання за потреби проєктні менеджери зберігають у файл для подальшого аналізу та використання.

Таким чином, розроблена нами комп'ютерна модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад дає можливість користувачам (проєктним менеджерам) оцінювати ризики зазначених проєктів та передбачати, як змінюватимуться базові показники, такі як здоров'я, бюджет та ризик, залежно від заданих характеристики проєктного середовища цих проєктів.

6.5. Алгоритм моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів із використанням диференціальних рівнянь

Алгоритм моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів передбачає виконання 10 кроків (рис. 6.7). Запропонований алгоритм базується на використанні диференціальних рівнянь. Це рівняння дає можливість здійснити відображення динаміки стану кожного медичного проєкту, який належить до портфеля. При цьому ураховуються синергетичний ефект від взаємодії медичних проєктів, дисипація та вплив зовнішніх чинників проєктного середовища на їх реалізацію, які забезпечують здійснення синергетичного управління портфелем медичних проєктів.

Крок 1. На цьому кроці представленої моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів необхідно ввести та ініціалізувати основні дані, які будуть використовуватися у подальших розрахунках. Це стосується введення кількості медичних проєктів (n), які включено у портфель. Для кожного із них

задаються наступні показники: 1) ступінь завершеності (характеризує відсоток виконання проекту на заданий момент часу t); 2) бюджет (обсяг фінансування i -го проекту); 3) ресурси (частка наявних матеріальних та людських ресурсів, які впливають на успішність реалізації i -го проекту); 4) ризики (відсоток ризиків, які заважають успішному виконанню i -го проекту).

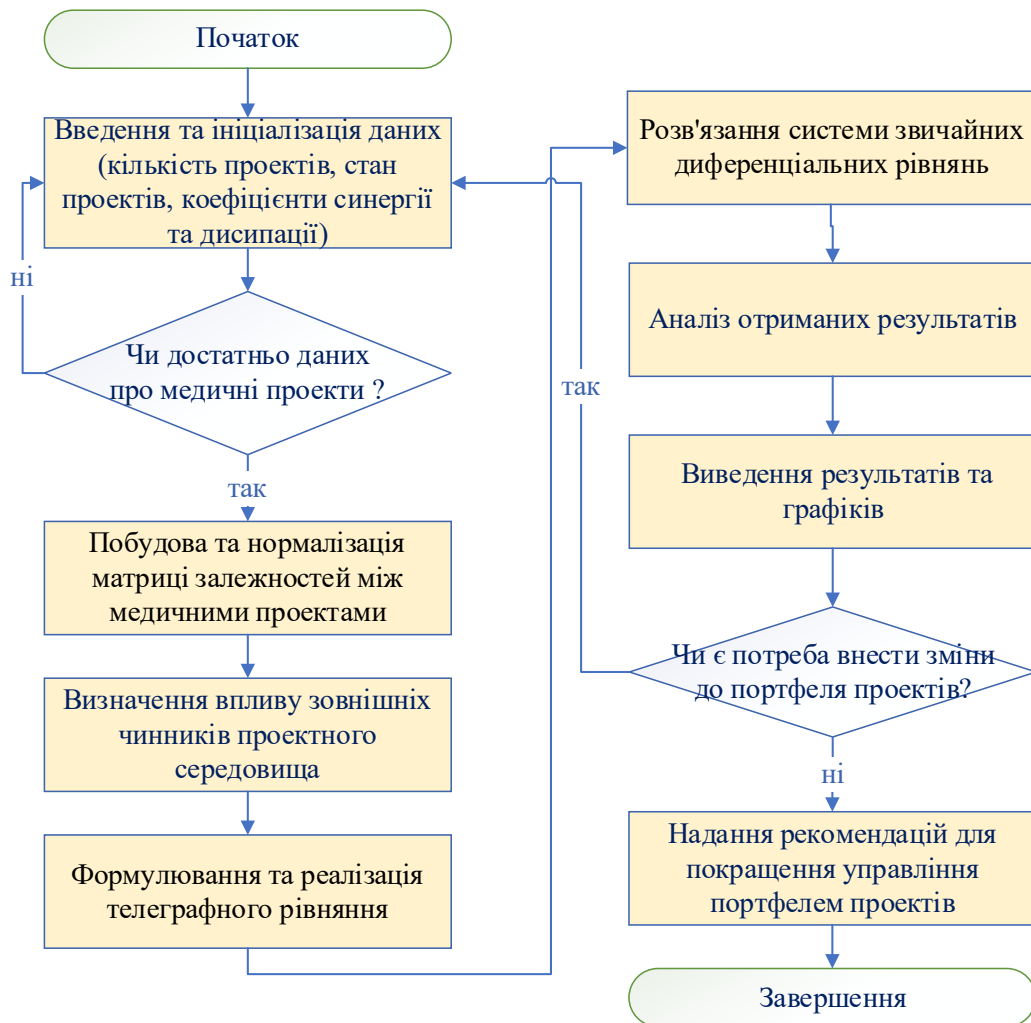


Рисунок 6.7 – Блок-схема алгоритму моделі синергетичного управління портфелем медичних проектів із використанням диференціальних рівнянь

На цьому кроці також задаються параметри моделі, які відображаються коефіцієнтом синергії (k), що визначається за формулами (4.28-4.32), і характеризує ступінь взаємного впливу проектів, та коефіцієнтом дисипації (λ), який визначається за формулами (4.33-4.35) та описує втрати енергії або ресурсів, які зменшують ефективність кожного i -го проекту.

Крок 2. На цьому кроці слід оцінити наявність та повноту даних, які були введені на попередньому кроці 1. Це дає можливість переконатися, що всі необхідні показники для успішної роботи моделі є доступними. Відсутність окремих даних про показники виконання i -х проєктів значно впливає на коректність і точність виконання прогнозів.

Для кожного медичного проєкту слід виконати аналіз та зафіксувати їх початкові умови. Зокрема, ці умови характеризує початковий стан $u_i(t)$ i -го проєкту у часі t . Цей показник відображає початковий рівень досягнення цілей кожного проєкту, наприклад, ступінь завершеності тощо. Також важливим показником початкових умов є швидкість зміни стану $\frac{du_i(t)}{dt}$ для i -го проєкту у часі t . Саме цей показник описує швидкість розвитку проєкту на початковому етапі.

Якщо недостатньо даних про медичні проєкти, то слід повернутися до кроку 1. У іншому випадку перейти до кроку 3.

Крок 3. Цей крок передбачає здійснення детального аналізу і моделювання впливу зовнішнього проєктного середовища на реалізацію i -х медичних проєктів. Для цього визначаються основні зовнішні чинники проєктного середовища, оцінюється їх ступінь впливу на виконання i -х проєктів, а також чутливість проєктів до цих чинників. Це забезпечує створення моделі, яка є більш реалістичною та точною до зовнішніх впливів для заданих умов проєктного середовища.

Крок 4. На цьому кроці будується і нормалізується матриця залежностей між проєктами. Зокрема, формується матриця (4.36) залежностей A_j на основі аналізу взаємозв'язків між проєктами. Це дозволяє враховувати взаємний вплив i -х проєктів у моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів. Процес нормалізації матриці залежностей A між окремими проєктами описується формулою (12). У результаті формується матриця A' , яка використовується для визначення ступеня впливу i -го проєкту на j -й проєкт.

Крок 5. Цей крок передбачає формулювання диференціального рівняння, яке представлено формулою (4.27). Воно є рівнянням другого порядку, яке

використовується для опису коливальних процесів і хвильових явищ. У контексті управління портфелем медичних проєктів, воно моделює не тільки зміну стану проєкту, але і його інерцію або ж затримку у відповідь на впливи зовнішніх чинників та взаємодію з іншими проєктами. Тобто це рівняння описує динаміку виконання i -х проєктів із урахуванням впливу на них зовнішніх чинників проєктного середовища, а також впливу інших проєктів та внутрішніх характеристик.

Крок 6. Після того, як було сформульовано телеграфне рівняння (4.27) для кожного медичного проєкту, здійснюється його перетворення на систему звичайних диференціальних рівнянь. У подальшому виконується розв'язання цієї системи для отримання прогнозів щодо динаміки стану $u_i(t)$ i -х медичних проєктів у часі t . Це дозволяє відстежувати зміни у розвитку кожного i -го проєкту за впливу зовнішніх чинників проєктного середовища (4.38-4.43), внутрішніх характеристик проєкту та синергетичних взаємодій із іншими проєктами.

Система звичайних диференціальних рівнянь описує зміну станів медичних проєктів у портфелі. При цьому виконується пошук чисельного розв'язку цієї системи для заданого часового інтервалу. Для розв'язку телеграфного рівняння використовується диференціально символічний метод, а також числові методи, такі як метод Рунге-Кутти або Адамса-Бешфорта для знаходження розв'язку системи диференціальних рівнянь.

Крок 7. Після чисельного розв'язання диференціальних рівнянь для синергетичного управління портфелем медичних проєктів слід проаналізувати отримані результати для прийняття подальших рішень та оцінки ефективності проєктів. Цей етап є вирішальним, оскільки дозволяє виявити сильні та слабкі сторони проєктів, зрозуміти взаємодію між ними, а також оцінити вплив зовнішніх чинників проєктного середовища.

Отримані результати розв'язку системи звичайних диференціальних рівнянь містять дані про зміну стану $u_i(t)$ кожного із i -х медичних проєктів у часі t . При цьому оцінюється, чи кожен проєкт досяг бажаних показників за час виконання та наскільки стабільно він реалізовується. Якщо проєкт має низьку швидкість

зростання або навіть зниження ефективності, це свідчить про брак ресурсів або високий рівень ризиків.

Також слід проаналізувати, які проєкти отримують найбільшу синергетичну вигоду від взаємодії з іншими проєктами. Використовуючи матрицю залежностей слід виявити, які проєкти є базовими, тобто такими, що мають найбільший позитивний вплив на інші проєкти. Проєкти із високим коефіцієнтом залежності прискорюють виконання інших проєктів, тоді як проєкти із негативними взаємодіями сповільнюють один одного.

Важливо оцінити, як зовнішні чинники проєктного середовища (політичні, економічні, соціальні, технологічні) впливають на динаміку реалізації медичних проєктів. Якщо зовнішні чинники мають значний негативний вплив на один або кілька проєктів, це свідчить про потребу переоцінки ризиків або коригування стратегії медичного проєкту. Виконання проєкту, що сильно залежить від державного фінансування, сповільнюється через військові та надзвичайні ситуації, економічні кризи або нестабільність у державній політиці.

Важливим на цьому кроці є аналіз ресурсів та бюджетів i -х медичних проєктів. При цьому оцінюється, як ресурси (фінансові, людські) використовуються під час виконання проєктів. Якщо проєкти споживають значні ресурси, але не досягають бажаних результатів, це вказує на відсутність ефективності або перевитрати бюджету. Проєкти, які мають низький рівень завершеності за високих витрат, потребують додаткового контролю або перерозподілу ресурсів.

Проєкти з високими ризиками відображають уповільнені темпи виконання або значні відхилення від планових показників. Якщо ризики не були враховані належним чином, це призводить до сповільнення виконання проєктів або їх низьку ефективність. Якщо ризик для i -го медичного проєкту постійно зростає впродовж заданого часу, це свідчить про недостатнє управління ризиками.

Крок 8. Наступний крок, який стосується виведення результатів та графіків забезпечує зручний аналіз результатів. Завдяки візуалізації із представленням графіків, які показують динаміку стану проєктів у часі, їхню швидкість розвитку та

вплив зовнішніх факторів підвищується ефективність процесу оцінення реалізації портфелів медичних проєктів.

Крок 9. Після завершення аналізу отриманих результатів стає важливою оцінка необхідності внесення змін до портфеля проєктів. Цей крок дає можливість визначити, чи відповідають проєкти стратегічним цілям госпітальних округів, чи потрібно їх коригувати, щоб забезпечити досягнення бажаних результатів. Якщо існує потреба у внесенні змін до портфеля проєктів, то слід повернутися до кроку 1. У іншому випадку перейти до кроку 10.

Крок 10. Завершальним кроком є надання рекомендацій для проєктних менеджерів щодо підвищення ефективності синергетичного управління портфелем медичних проєктів. Цей крок базується на отриманих результатах у кроці 7 та 8. При цьому надають рекомендації щодо відповідності проєктів стратегічним цілям, їх ефективності, впливу зовнішніх чинників проєктного середовища та потенційних синергетичних ефектів. Зазначені рекомендації дають можливість звернути увагу проєктних менеджерів до заходів щодо забезпечення підвищення ефективності синергетичного управління портфелем проєктів госпітальних округів.

6.6. Результати розробки системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння

На підставі запропонованої моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів із використанням телеграфного рівняння, а також на її основі розробленого алгоритму, було створено системи підтримки прийняття рішень. Система підтримки прийняття рішень створена для управління портфелем медичних проєктів, оцінки їх ефективності, синергії між проєктами та ризиків. Система використовує модель телеграфного рівняння, яка дозволяє аналізувати динаміку розвитку проєктів та їх взаємозв'язки. Інтерфейс системи містить кілька

вкладок, що надають можливість користувачу вводити дані, виконувати розрахунки та отримувати візуальні результати для підтримки рішень.

Запропонована система підтримки прийняття рішень розроблена із використанням мови програмування Python, що забезпечує високу гнучкість та простоту в написанні коду. Для реалізації математичних моделей та обчислень використано окремі її бібліотеки. Зокрема, із використанням бібліотеки NumPy забезпечується підтримка для роботи з багатовимірними масивами і матрицями, а реалізуються функції для виконання математичних і статистичних операцій. Вона є основою для реалізації обчислень у телеграфному рівнянні.

Бібліотека SciPy використовується для розв'язання систем звичайних диференціальних рівнянь завдяки функціям для чисельного інтегрування та оптимізації. Бібліотека Matplotlib використана для створення графіків і візуалізації даних, що дає можливість проєктним менеджерам візуально аналізувати результати моделювання. Бібліотеку Pandas використано для обробки і аналізу даних, зокрема для організації вхідних даних у таблиці, що спрощує їх обробку та візуалізацію. Бібліотека Tkinter забезпечує створення графічного інтерфейсу користувача (GUI), яка дозволяє розробити зручний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для користувачів.

Розроблена система підтримки прийняття рішень складається з 6 окремих вкладок, кожна з яких має свої функції та особливості використання. Розпочинається робота із вкладки «Параметри». Це початкова вкладка, де користувач вводить основні дані про медичні проєкти, такі як бюджети, ресурси, ступінь завершеності, ризику, а також зовнішні чинники, які впливають на реалізацію медичних проєктів розвитку госпітальних округів (рис. 6.8).

Користувач заповнює текстові поля щодо кожного із заданих i -х медичних проєктів. Також має можливість додавати або видаляти проєкти, а також зберігати введені дані у окремі файли для подальшого використання. Після введення всіх параметрів користувач натискає кнопку «Розрахувати». Система виконує розрахунки за допомогою вище означеної моделі із використанням телеграфного рівняння, аналізує введені дані і генерує результати динаміки розвитку проєктів,

впливу затримок, розподілу ресурсів та синергетичних ефектів. Наступна кнопка «Очистити» дає можливість очистити всі поля введення даних, дозволяючи користувачу заново ввести параметри для нових розрахунків. Завдяки кнопці «Зберегти результати» користувач має можливість зберегти результати моделювання у форматі JSON на своєму ПК для подальшого аналізу або обміну.

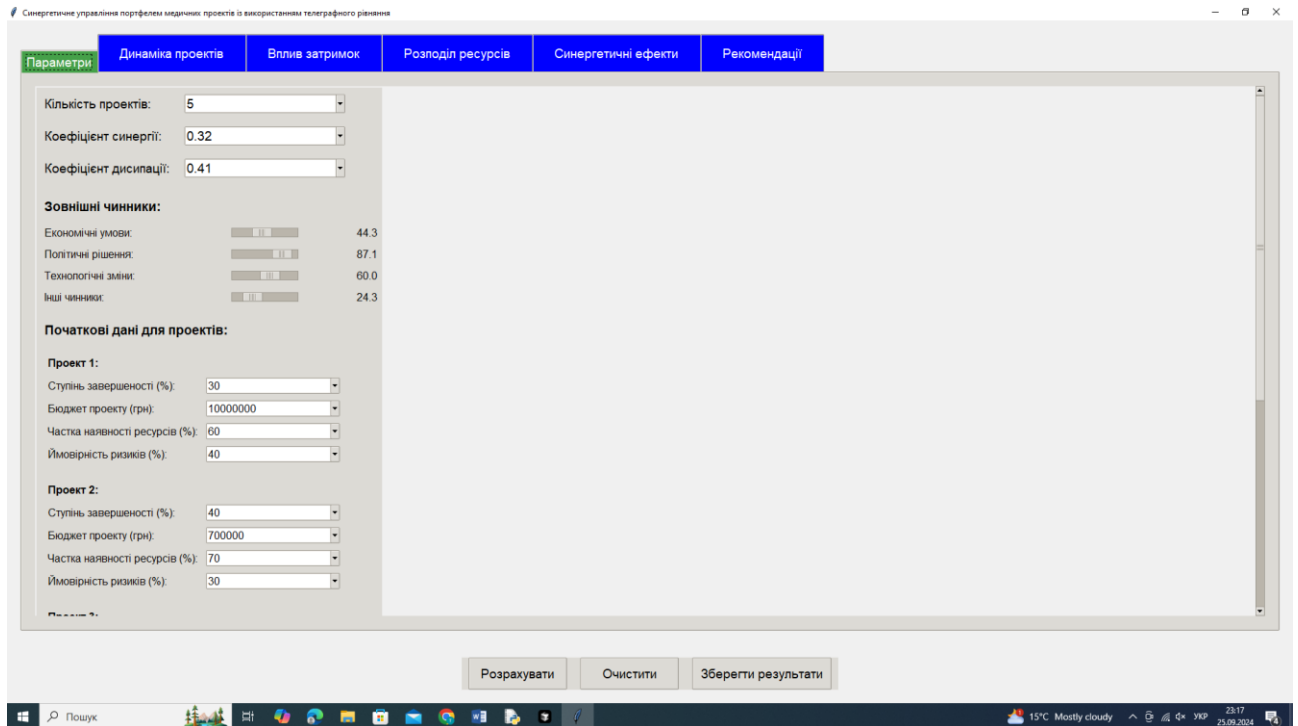


Рисунок 6.8 – Вікно користувача системи підтримки прийняття рішень із початковими даними для синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння

Вкладка «Параметри» дає можливість користувачам повністю налаштувати усі параметри для виконання аналізу портфеля проєктів, ввівши необхідні дані про кожен із i -х медичних проєктів. Передбачені функціональні кнопки «Розрахувати», «Очистити» та «Зберегти результати» забезпечують ефективне управління введеними даними та результатами моделювання.

У розробленій системі підтримки прийняття рішень передбачено окрему вкладку «Динаміка проєктів», яка представлена на рис. 6.9. У представленій вкладці «Динаміка проєктів» для користувачів здійснюється візуалізація у вигляді графіків динаміки розвитку кожного із i -х медичних проєктів, що входять до портфеля.

Система розраховує динамічні стани проєктів на основі введених параметрів, таких як ступінь завершеності, бюджет, ресурси, ризики та вплив зовнішніх чинників проєктного середовища. При цьому користувач бачить, як розвивається кожен проєкт із часом, від старту до завершення. На графіку відображаються стани максимум і мінімум кожного проєкту, що дозволяє оцінити пікові моменти його розвитку.

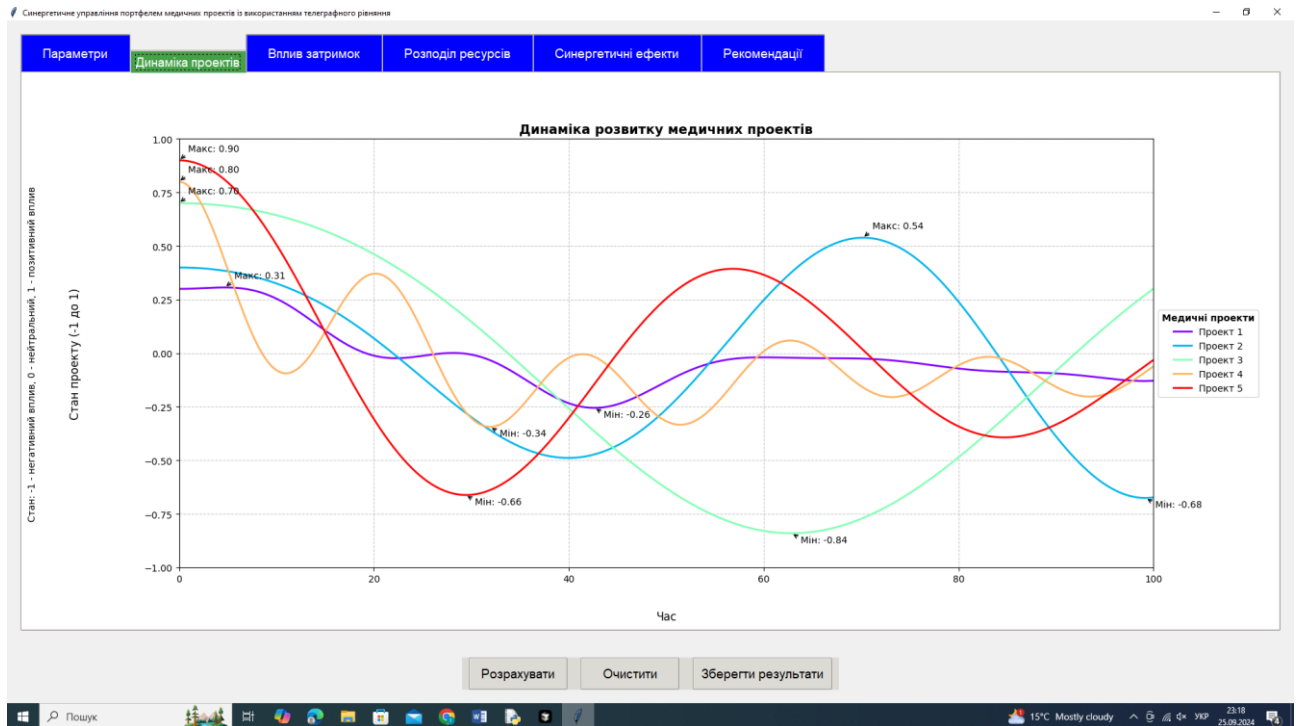


Рисунок 6.9 – Вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння із активною вкладкою «Динаміка проєктів»

Також у системі підтримки прийняття рішень передбачено окрему вкладку «Вплив затримок», яка представлена на рис. 6.10. На представленій вкладці відображається вплив затримок на кожен проєкт до досягнення 50% завершеності та порівнює ці дані між проєктами, також виводить показники завершеності, бюджету та ризиків. Виводиться текстовий звіт із деталізацією для кожного проєкту щодо затримок, завершеності та ризиків. Також створюється порівняльний графік, що дозволяє оцінити взаємозв'язок між затримками і ризиками. Наступною у системі підтримки прийняття рішень передбачено окрему вкладку «Розподіл ресурсів», яка представлена на рис. 6.11.

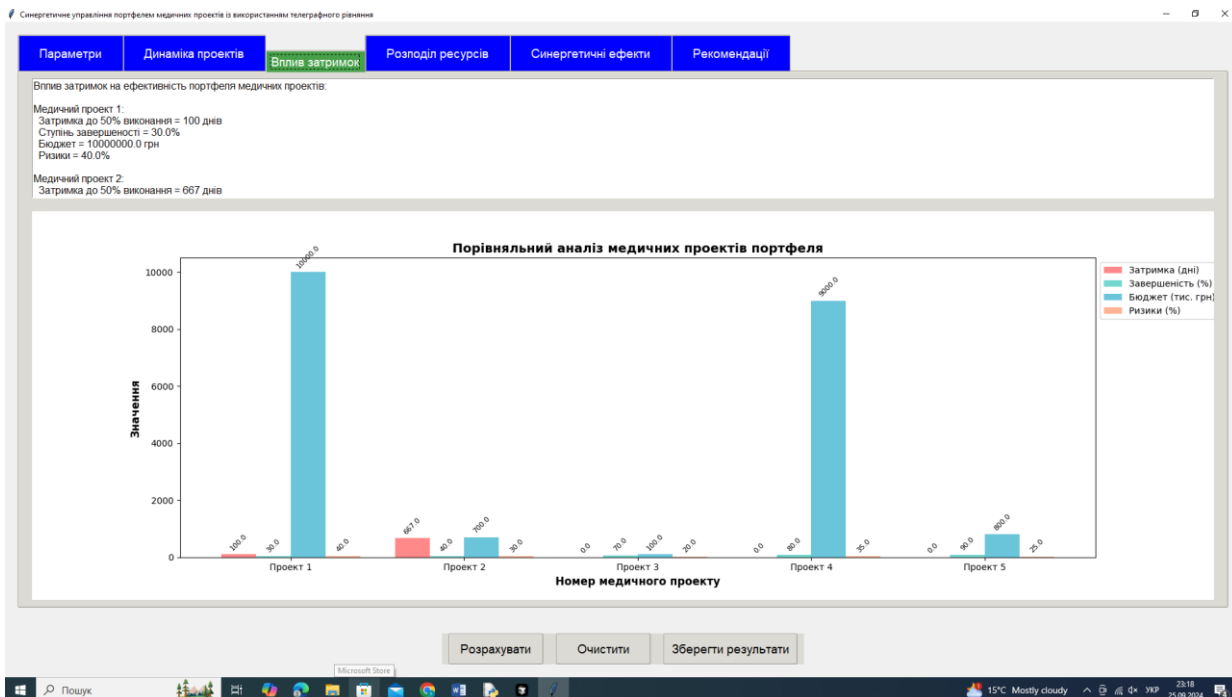


Рисунок 6.10 – Вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння із активною вкладкою «Вплив затримок»

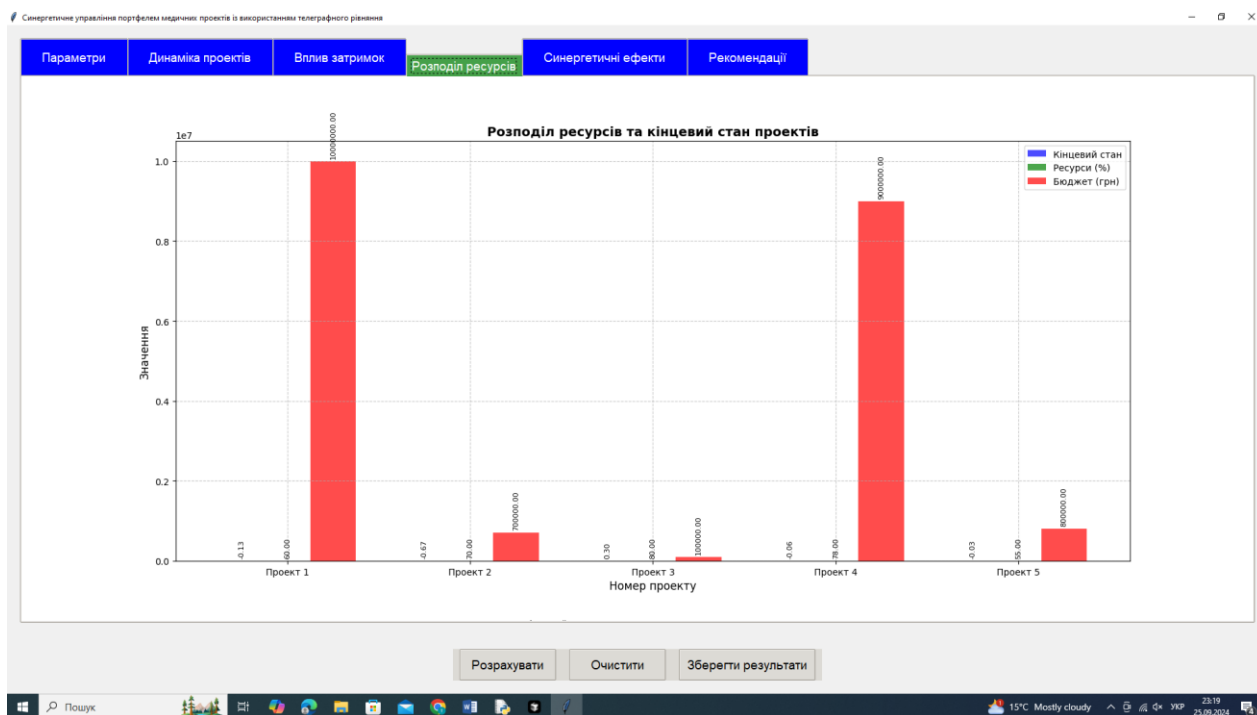


Рисунок 6.11 – Вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння із активною вкладкою «Розподіл ресурсів»

У вкладці «Розподіл ресурсів» виводять результати аналізу, який представляє розподіл ресурсів між проектами, та виконується порівняння їх із кінцевим станом кожного проекту. Графік показує розподіл ресурсів, бюджету та кінцевого стану проектів, дозволяючи користувачам побачити ефективність використання ресурсів відносно бажаних результатів. У вкладці «Синергетичні ефекти» (рис. 6.12) представлено результати оцінення синергетичних ефектів між проектами, враховуючи коефіцієнт взаємозалежностей між ними.

Для кожного медичного проекту визначається, як на них впливають інші проекти відносно їх кінцевого стану. Окрім того, у зазначеній вкладці користувач бачить детальний звіт щодо синергетичних ефектів між проектами. Графік відображає рівень синергії та стан кожного проекту, що дозволяє зробити висновки відносно взаємозалежності медичних проектів у портфелі.

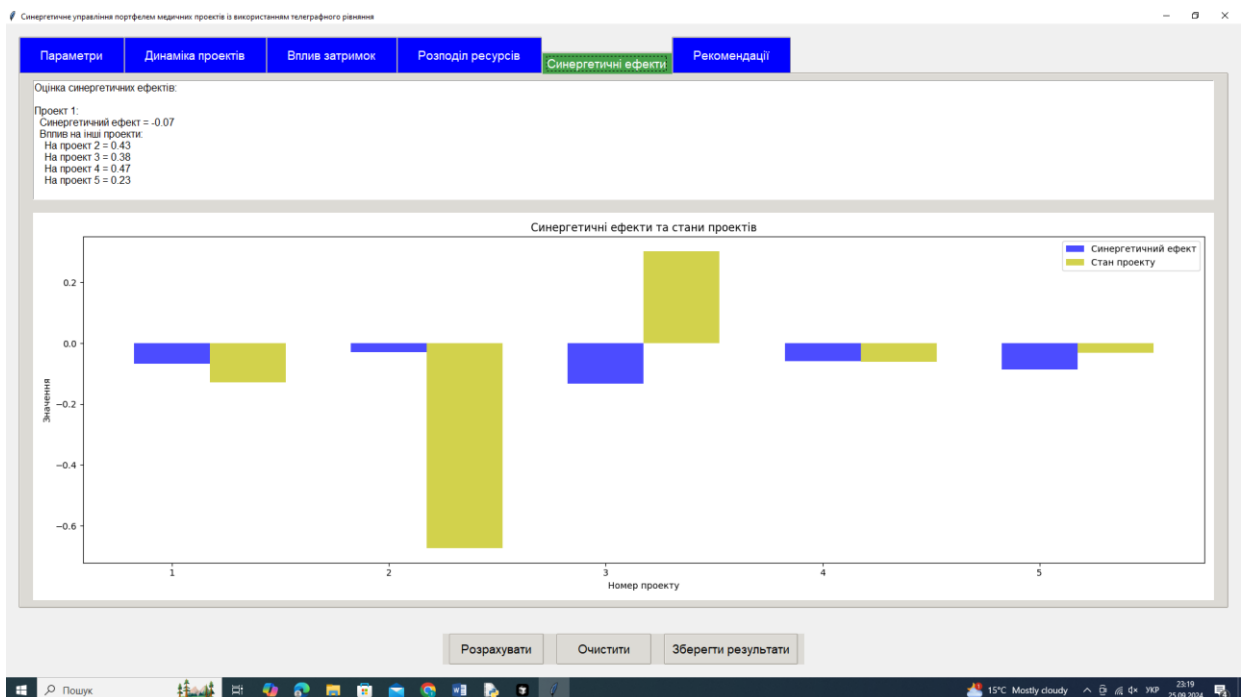


Рисунок 6.12 – Вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проектів на основі телеграфного рівняння із активною вкладкою «Синергетичні ефекти»

Також у системі підтримки прийняття рішень передбачено окрему вкладку «Рекомендації», яка представлена на рис. 6.13.

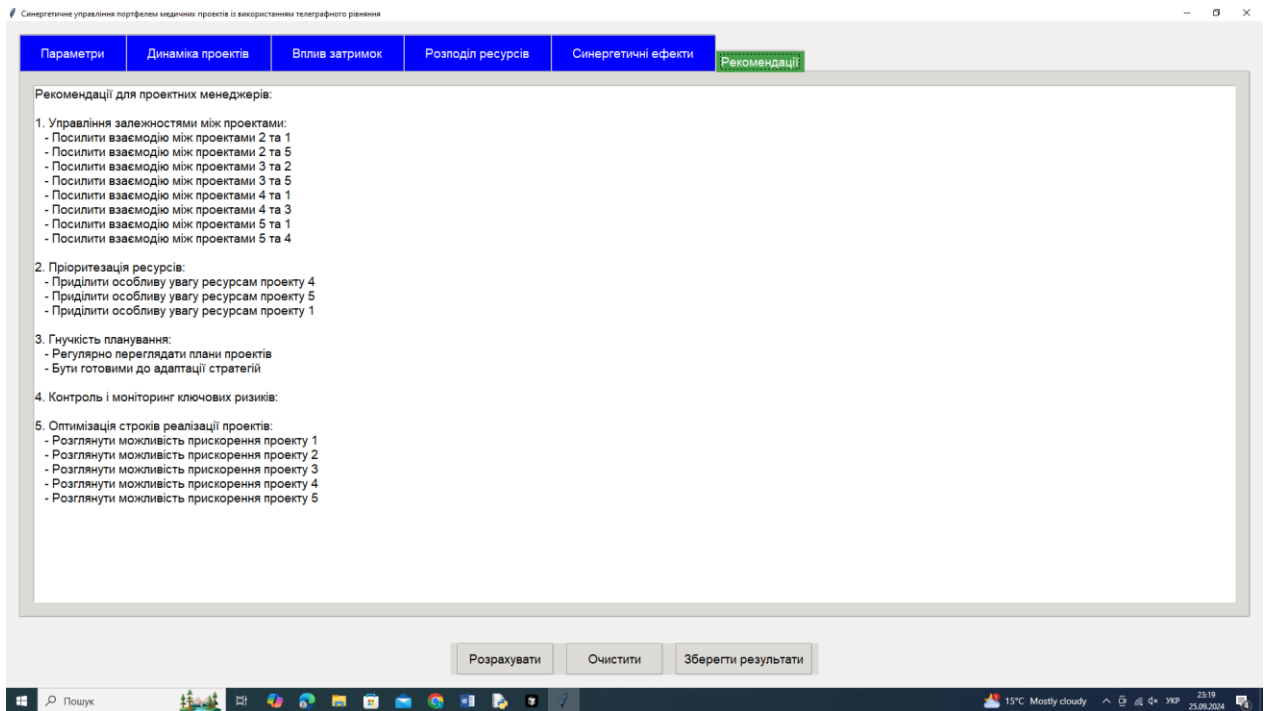


Рисунок 6.13 – Вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння із активною вкладкою «Рекомендації»

На основі аналізу результатів система генерує рекомендації для покращення управління проєктами, включаючи управління взаємозалежностями, пріоритетність ресурсів, гнучкість планування та контроль ризиків. У вкладці «Рекомендації» користувач отримує детальні поради щодо оптимізації портфеля медичних проєктів, що дозволяє підвищити ефективність управління та мінімізувати ризики.

Завдяки кнопці «Збереження результатів» користувачі мають можливість зберегти результати синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння у форматі JSON (рис. 6.14). Отримані результати у окремих файлах дають можливість проєктним менеджерам їх зберігати та ділитися нею з іншими зацікавленими сторонами зазначених проєктів.

Розроблена система підтримки прийняття рішень для синергетичного управління медичними проєктами є досить комплексною та гнучкою. Вона дозволяє моделювати складні взаємозв'язки між медичними проєктами, враховуючи зовнішні чинники проєктного середовища та внутрішні їх ризики.

```

Рекомендації_1: Експорт
Файл Редагування Формат Вигляд Довідка
{
  "кількість_проектів": "5",
  "коefficient_синергії": "0.32",
  "коefficient_дисипації": "0.41",
  "проекти": [
    {
      "ступінь_завершеності": "30",
      "бюджет": "10000000",
      "ресурси": "60",
      "ризики": "40"
    },
    {
      "ступінь_завершеності": "40",
      "бюджет": "7000000",
      "ресурси": "70",
      "ризики": "30"
    },
    {
      "ступінь_завершеності": "70",
      "бюджет": "1000000",
      "ресурси": "80",
      "ризики": "20"
    },
    {
      "ступінь_завершеності": "80",
      "бюджет": "9000000",
      "ресурси": "78",
      "ризики": "35"
    },
    {
      "ступінь_завершеності": "90",
      "бюджет": "8000000",
      "ресурси": "55",
      "ризики": "25"
    }
  ],
  "вплив_затримок": "Вплив затримок на ефективність портфелю медичних проектів:\n\nМедичний проект 1:\n Затримка до 50% виконання = 100 днів\n Ступінь завершеності = 30.8%\n Бюджет = 10000000.0 грн\n Ризики = 40.8%\n\nМедичний проєкт 2:\n Затримка до 50% виконання = 100 днів\n Ступінь завершеності = 40.8%\n Бюджет = 7000000.0 грн\n Ризики = 30.8%\n\nМедичний проєкт 3:\n Затримка до 50% виконання = 100 днів\n Ступінь завершеності = 70.8%\n Бюджет = 1000000.0 грн\n Ризики = 20.8%\n\nМедичний проєкт 4:\n Затримка до 50% виконання = 100 днів\n Ступінь завершеності = 80.8%\n Бюджет = 9000000.0 грн\n Ризики = 35.8%\n\nМедичний проєкт 5:\n Затримка до 50% виконання = 100 днів\n Ступінь завершеності = 90.8%\n Бюджет = 8000000.0 грн\n Ризики = 25.8%",
  "синергетичні_ефекти": "Оцінка синергетичних ефектів:\n\nПроект 1:\n Синергетичний ефект = -0.07\n Вплив на інші проекти:\n На проект 2 = 0.43\n На проект 3 = 0.38\n На проект 4 = 0.47\n На проект 5 = 0.23\n\nПроект 2:\n Синергетичний ефект = 0.07\n Вплив на інші проекти:\n На проект 1 = 0.43\n На проект 3 = 0.38\n На проект 4 = 0.47\n На проект 5 = 0.23\n\nПроект 3:\n Синергетичний ефект = -0.07\n Вплив на інші проекти:\n На проект 1 = 0.43\n На проект 2 = 0.43\n На проект 4 = 0.47\n На проект 5 = 0.23\n\nПроект 4:\n Синергетичний ефект = 0.07\n Вплив на інші проекти:\n На проект 1 = 0.43\n На проект 2 = 0.43\n На проект 3 = 0.38\n На проект 5 = 0.23\n\nПроект 5:\n Синергетичний ефект = -0.07\n Вплив на інші проекти:\n На проект 1 = 0.43\n На проект 2 = 0.43\n На проект 3 = 0.38\n На проект 4 = 0.47",
  "рекомендації": "Рекомендації для проектних менеджерів:\n\n1. Управління залежностями між проектами:\n - Посилити взаємодію між проектами 2 та 1\n - Посилити взаємодію між проектами 2 та 5\n - Посилити взаємодію між проектами 3 та 5\n - Розглянути можливість прискорення проекту 5\n\n2. Управління ризиками:\n - Розглянути можливість прискорення проекту 5\n\n3. Управління ресурсами:\n - Розглянути можливість прискорення проекту 5\n\n4. Управління бюджетом:\n - Розглянути можливість прискорення проекту 5\n\n5. Управління затримками:\n - Розглянути можливість прискорення проекту 5"
}

```

Рисунок 6.14 – Результати збереження результатів використання системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння

Завдяки візуалізації результатів, проєктні менеджери мають хороший інструментарій для аналізу стану кожного із медичних проєктів, що належать до портфелів розвитку госпітальних округів. Окрім того, вони можуть оцінювати взаємозалежності між цими проєктами. Згенеровані рекомендації забезпечують якісну підтримку прийняття рішень щодо синергетичного управління портфелем.

6.7. Результати розробки системи підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння

На підставі запропонованої моделі розроблено систему підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз у госпітальних округах, яка базується на використанні телеграфного рівняння. Система базується на поєднанні класичної SIR-моделі та телеграфного рівняння для врахування просторово-часової динаміки розповсюдження інфекції. Система

інтегрує інтерфейс із чотирма вкладками для зручного введення параметрів, аналізу результатів і формування рекомендацій.

Розглянемо архітектуру та функціональність системи підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння. Система реалізована на Python із використанням бібліотек Tkinter для побудови графічного інтерфейсу, Matplotlib для візуалізації графіків динаміки епідемії, Scipy (odeint) для чисельного розв'язку системи диференціальних рівнянь, що описують динаміку SIR-моделі та PIL для роботи із зображеннями.

Запропонована система підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння складається з чотирьох основних вкладок – «Параметри», «Результати», «Поточні розрахунки» та «Рекомендації».

Вкладка «Параметри» системи підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз дозволяє користувачу вводити всі необхідні вихідні дані для моделювання епідемії. Вона включає кілька полів для введення значень, випадаючого списку для вибору сценаріїв, а також функціональні кнопки для запуску моделі, очищення полів та збереження отриманих результатів у файл (рис. 6.15). Нижче описані ключові елементи вкладки «Параметри».

У стартовій вкладці «Параметри» представлено поля для введення початкових даних. До них належить:

1. швидкість одужання (γ) – поле для введення коефіцієнта одужання, що показує, скільки часу потрібно для того, щоб інфіковані особи одужали;
2. загальна ємність лікарень – поле для введення максимального навантаження на медичні заклади, тобто скільки пацієнтів одночасно можуть бути прийняті в лікарні госпітального округу;
3. загальна популяція (N) – поле для введення загальної кількості населення регіону, для якого здійснюється прогноз (наприклад, це може бути кількість людей у конкретному госпітальному окрузі);

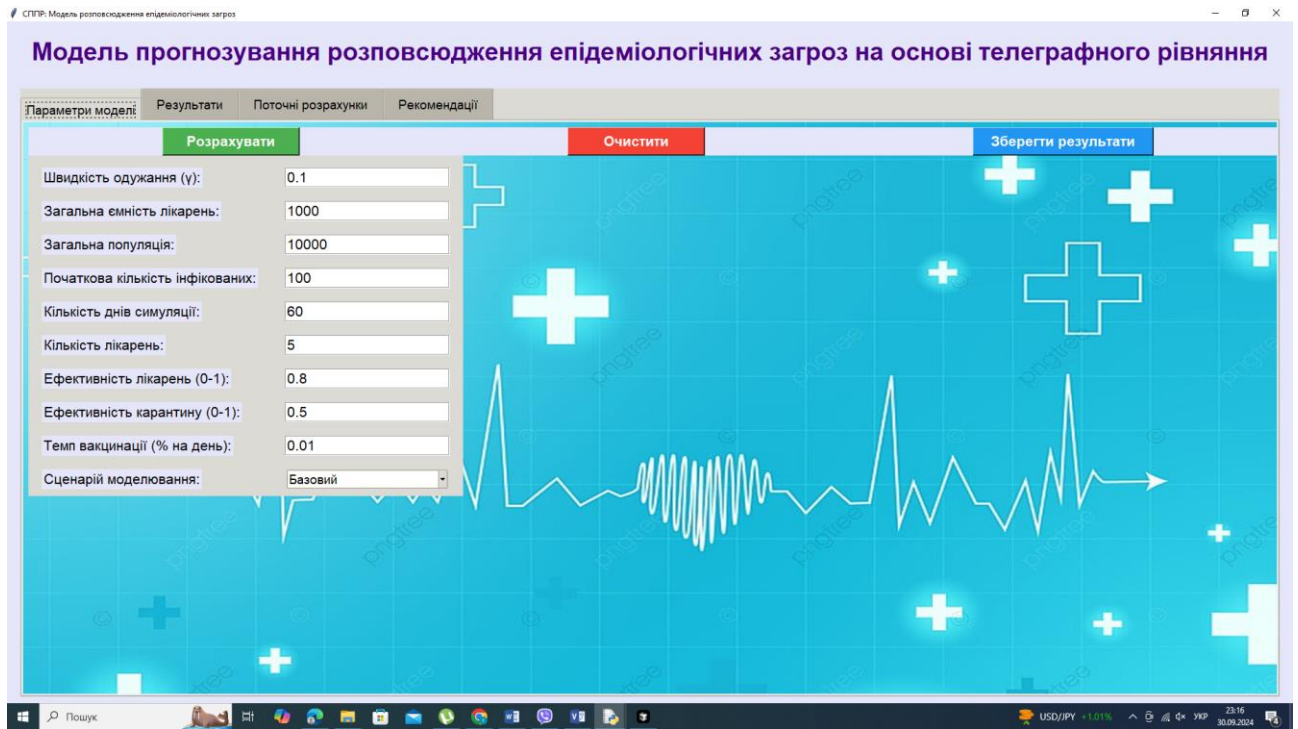


Рисунок 6.15 – Стартове вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння

4. початкова кількість інфікованих (I_0) – поле для введення кількості інфікованих на початку епідемії. Це дозволяє визначити стартову точку поширення захворювання;

5. кількість днів симуляції – це поле визначає тривалість моделювання в днях. Користувач задає кількість днів, на яку хоче змоделювати поширення епідемії;

6. кількість лікарень – це поле визначає кількість медичних установ, доступних для надання допомоги пацієнтам під час епідемії. Чим більше лікарень, тим більший потенціал системи охорони здоров'я для надання допомоги інфікованим;

7. ефективність лікарень (0-1) – це поле дозволяє вказати ефективність лікарень у наданні медичних послуг під час епідемії. Значення вимірюється в діапазоні від 0 до 1, де 0 означає повну неефективність (лікарні не справляються з навантаженням), а 1 – максимальну ефективність (лікарні повністю здатні обробляти всі випадки);

8. ефективність карантину (0-1) – це поле визначає, наскільки ефективними є карантинні заходи для стримування поширення інфекції. Значення також вказується від 0 до 1: 0 означає, що карантин неефективний і не впливає на поширення вірусу, а 1 – повна ефективність, коли карантин практично зупиняє передачу вірусу;

9. темп вакцинації (% на день) – це поле задає темп вакцинації населення в процентному співвідношенні за день. Параметр вказує, скільки відсотків вразливого населення вакцинується щодня, що знижує їхню вразливість до інфекції. Це дозволяє моделювати вплив масової вакцинації на сповільнення поширення епідемії.

Окрім того передбачено випадаючий список, який дає можливість здійснити вибір одного з можливих сценаріїв епідемії:

1. «Без втручання» – сценарій, у якому не передбачено жодних додаткових заходів;
2. «Введення карантину» – сценарій, при якому коефіцієнт зараження знижується за рахунок обмежувальних заходів;
3. «Вакцинація» – сценарій, що враховує масову вакцинацію населення і зниження числа вразливих осіб.

На стартовій вкладці розташовано функціональні кнопки «Розрахувати», «Очистити» та «Зберегти результати». Кнопка «Розрахувати» призначена для запуску розрахунків на основі введених даних. Натискаючи її, користувач ініціює процес чисельного розв'язку диференціальних рівнянь і отримує результати на вкладках «Результати», «Поточні розрахунки» та «Рекомендації». Кнопка «Очистити» дозволяє швидко скинути всі поля введення до їх початкових значень. Це зручно для запуску нових моделювань з іншими даними. Кнопка «Зберегти результати» дозволяє зберегти введені параметри в файл для подальшого використання або аналізу. Це корисно для порівняння кількох сценаріїв.

Всі елементи вкладки «Параметри» виконані з використанням бібліотеки Tkinter для зручного та інтуїтивного користування. Поля введення вирівняні симетрично, з підписами, що чітко пояснюють кожний параметр. Кнопки розташовані в верхній частині вкладки для зручного доступу.

Вкладка «Результати» у системі підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз є ключовою для візуалізації результатів моделювання (рис. 6.16). Вона призначена для перегляду та аналізу динаміки епідемії на основі вибраних параметрів.

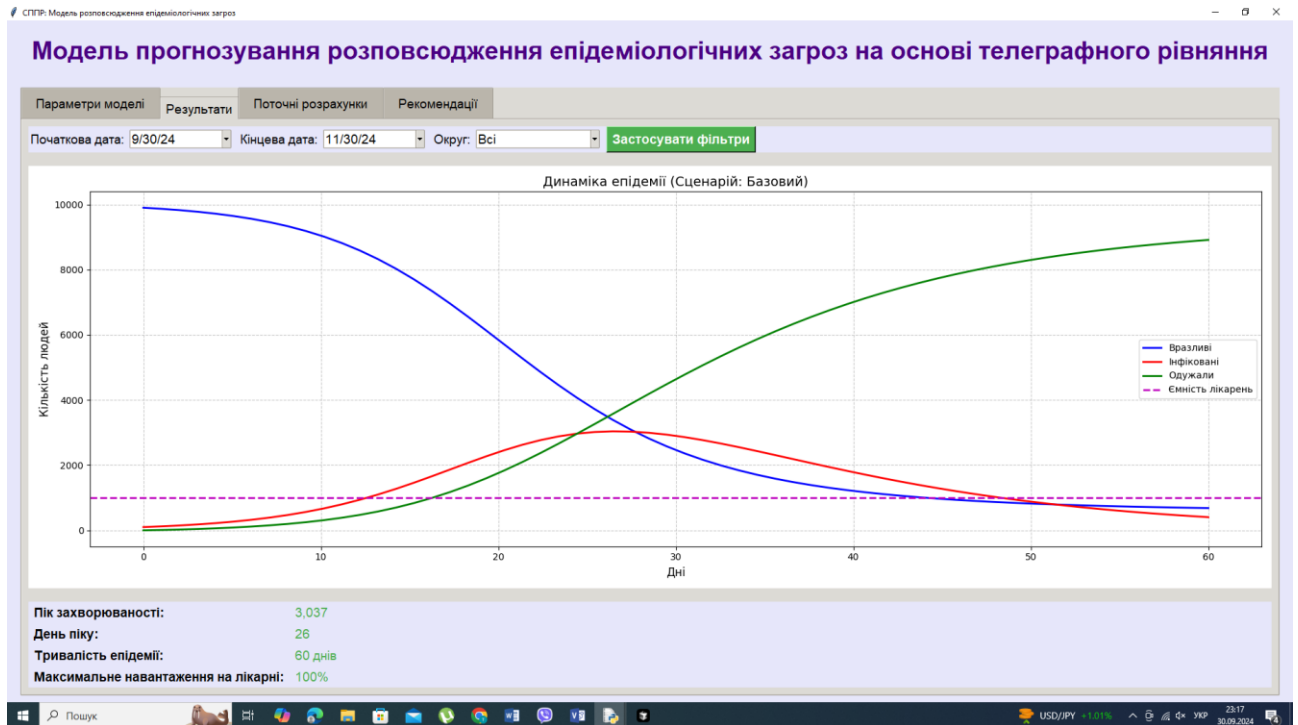


Рисунок 6.16 – Вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння із активною вкладкою «Результати»

У вкладці «Результати» користувач може задати часові рамки для відображення результатів симуляції. Вибір полягає у встановленні дати початку та завершення моделювання, щоб отримати дані тільки за конкретний період. Це корисно, коли потрібно зосередитися на певних етапах епідемії, наприклад, на початковому спалаху або піковому періоді. Наявне поле для вибору адміністративного округу або госпітального регіону, де відбувається моделювання. Це дозволяє відстежувати поширення епідемії та її вплив у конкретному окрузі. Кнопка «Застосувати фільтр» використовується після встановлення параметрів (дати та округу). Користувач натискає кнопку «Застосувати фільтр», що дозволяє оновити відображення графіків і

результатів відповідно до обраних фільтрів. Це допомагає точно налаштувати відображення результатів та адаптувати їх до конкретних потреб аналізу.

Графічне представлення динаміки епідемії (рис. 5) відображає динаміку зміни кількості населення у трьох категоріях (вразливі, інфіковані та одужали) на осі Y впродовж періоду симуляції (вісь X). Також на представленому графіку відображена лінія, що відображає максимальне завантаження лікарень. Вона дає можливість візуально оцінити, чи перевищує епідемія можливості системи охорони здоров'я. Під графіком знаходяться поля з основними результатами моделювання, які допомагають швидко оцінити ключові показники розповсюдження епідемії. Вкладка «Результати» системи підтримки прийняття рішень сприяє візуалізації динаміки епідемії, а також дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо медичного планування та управління ресурсами в умовах кризових ситуацій.

Вкладка «Поточні розрахунки» є основним компонентом для аналізу результатів моделювання розповсюдження епідемії на основі телеграфного рівняння (рис. 6.17). Вона забезпечує користувачів детальними даними про щоденну динаміку розповсюдження епідемії у вигляді таблиці та надає додатковий графік для оцінки впливу заходів на поширення епідеміологічної загрози.

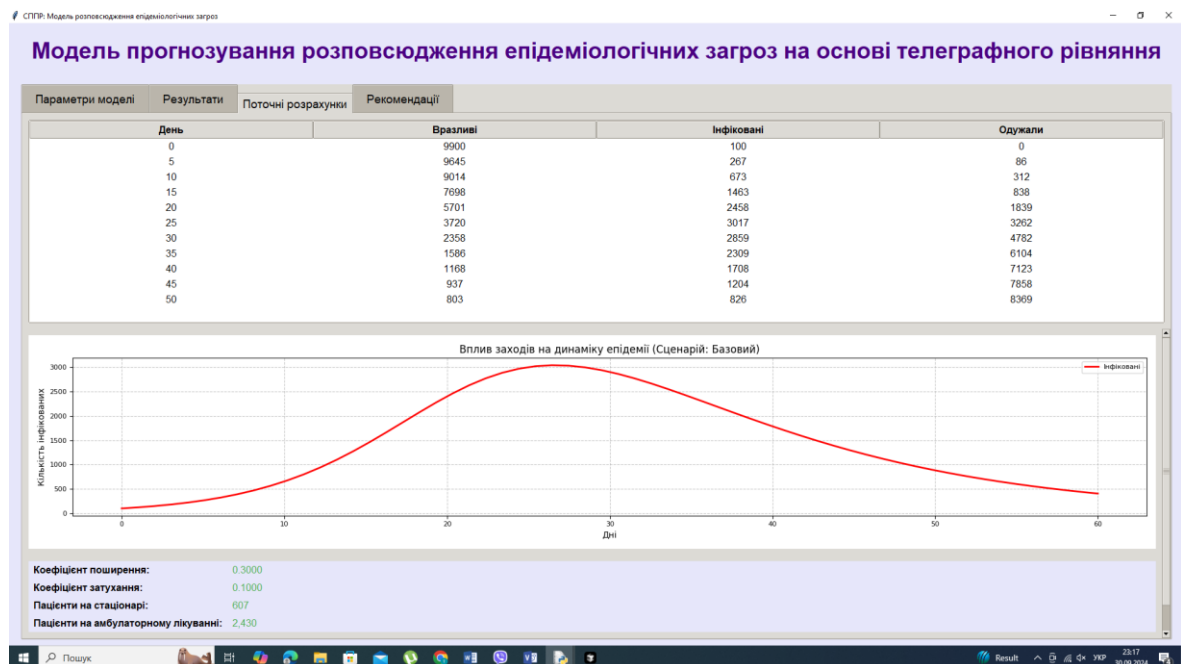


Рисунок 6.17 – Вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння із активною вкладкою «Поточні розрахунки»

Основною частиною вкладки є таблиця, яка показує щоденні результати моделювання. Таблиця має такі стовпці «День», «Вразливі», «Інфіковані» та «Одужали». У стовпці «День» відображаються дні симуляції від першого до останнього. Кожен день відповідає окремому рядку, що дозволяє відслідковувати зміни показників з кожним днем. У стовпці «Вразливі» відображається кількість людей, які залишаються вразливими до інфекції на кожен день моделювання. Це населення, яке ще не інфіковане і не має імунітету, і відповідно існує загроза заразитися в будь-який момент. У стовпці «Інфіковані» представлено кількість активних інфікованих на кожен день симуляції. Цей стовпець показує динаміку зміни кількості людей, що інфіковані вірусом і можуть передавати його іншим. У стовпці «Одужали» подано кількість людей, які вже перехворіли або отримали імунітет через вакцинацію. Ці люди більше не вразливі і не можуть передавати вірус.

Представлена таблиця допомагає проєктним менеджерам детально відслідковувати, як змінюються показники епідемії з кожним днем симуляції. Вона дозволяє виявити, коли і наскільки ефективно впливають карантинні заходи та вакцинація на динаміку розповсюдження хвороби серед населення регіону.

Нижче представлено під назвою «Вплив заходів на динаміку епідемії (за заданим сценарієм)», який дає можливість оцінити різні сценарії (без втручання, карантин, вакцинація) впливають на розповсюдження інфекції. За допомогою фільтра у вкладці «Параметри» можна вибрати базовий сценарій або інші варіанти сценарію, що дає можливість порівняти різні сценарії боротьби із епідемією. На графіку відображається крива, що представляє динаміку кількості інфікованих залежно від часу та застосованих заходів.

Під графіком розташовані поля, що відображають основні коефіцієнти та показники, важливі для аналізу динаміки розповсюдження епідемії. Зокрема, це коефіцієнт поширення (базовий коефіцієнт репродукції вірусу, який показує, скільки людей в середньому може заразити одна інфікована особа), коефіцієнт затухання (відображає, наскільки швидко вірус «затухає» або уповільнюється у своєму поширенні через заходи вакцинація, карантин), кількість пацієнтів на стаціонарі (відображає кількість пацієнтів, які потребують стаціонарного лікування

в лікарнях на певний момент часу), кількість пацієнтів на лабораторному лікуванні (відображає кількість пацієнтів, які проходять амбулаторне лікування або лікування під наглядом з лабораторними дослідженнями).

Вкладка «Поточні розрахунки» допомагає проєктним менеджерам та медичним фахівцям приймати управлінські рішення на основі детальної інформації про щоденні зміни в епідеміологічній ситуації, дозволяючи швидко адаптувати стратегії боротьби з епідемією та покращити управління медичними ресурсами.

У вкладці «Рекомендації» на основі отриманих результатів моделювання система генерує рекомендації щодо введення карантинних заходів, вакцинації або інших заходів для контролю епідемії (рис. 6.18). Рекомендації базуються на прогнозованих пікових значеннях показників розповсюдження інфекції та можливості перевищення вмістимості лікарень.

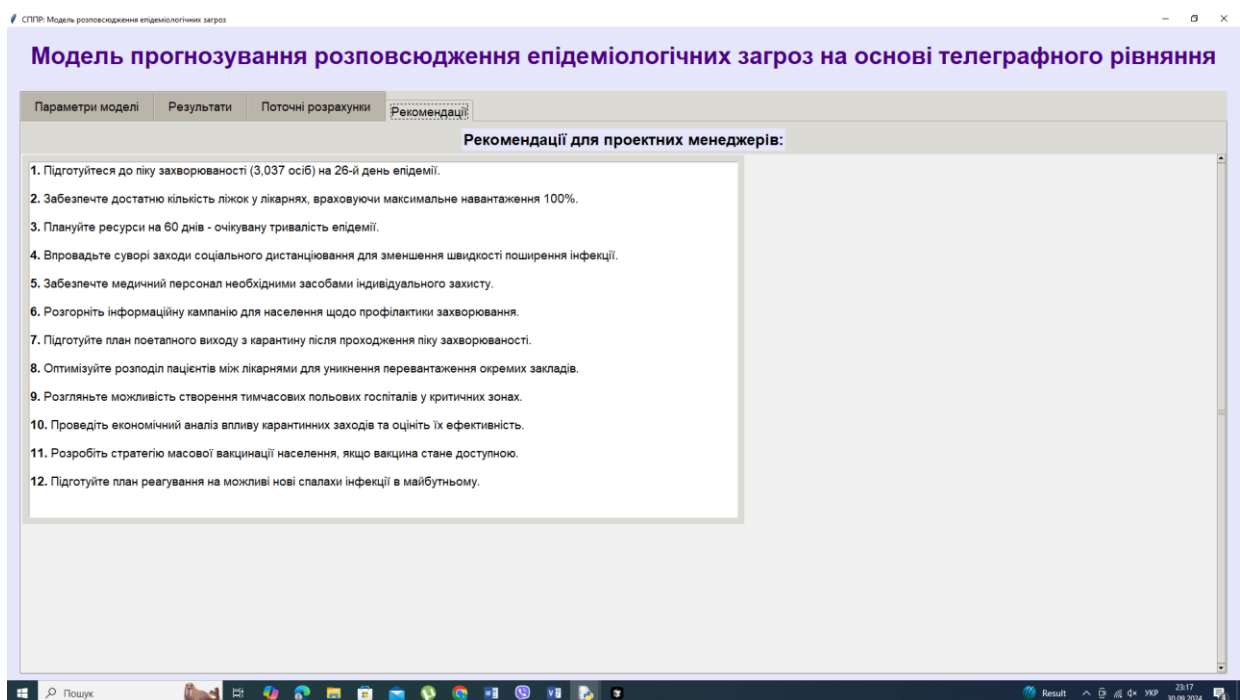


Рисунок 6.18 – Вікно користувача системи підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння із активною вкладкою «Рекомендації»

Тобто, вкладка «Результати» відображає основні висновки за результатами моделювання, які допоможуть користувачам ухвалювати обґрунтовані рішення щодо заходів боротьби з епідемією. У текстовому полі вкладки представлені 12

пунктів рекомендацій на основі результатів моделювання епідеміологічних загроз у заданих умовах регіону. При цьому для проєктних менеджерів виводяться результати прогнозу, коли настане пік захворюваності, вказуючи точний день та максимальну кількість інфікованих. Це важливий показник для вчасного підсилення медичних закладів та мобілізації ресурсів. Також надається рекомендація щодо потреби у забезпеченні для лікарень достатньої кількості ліжок, враховуючи її максимальне завантаження. Ця рекомендація інформує про необхідність підготовки лікарень до пікового завантаження, забезпечивши потрібну кількість ліжко-місць для госпіталізації хворих. Також виводиться рекомендація щодо планування ресурсів для визначеної тривалості епідемії. На основі моделі визначається тривалість епідемії, що допомагає владі та медичним установам планувати ресурси на весь період активного поширення хвороби.

Надається рекомендація щодо соціального дистанціювання. Рекомендація базується на потребі впровадження жорстких заходів дистанціювання, що значно знижує темпи розповсюдження інфекції. Пропонується забезпечити медичний персонал потрібними засобами індивідуального захисту. Потреба захисту медичного персоналу є дуже важливою для запобігання зараження медичних працівників та збереження функціональності медичних закладів. Окрім того, пропонується розгорнути інформаційну кампанію для населення регіону щодо профілактики захворювання та представляються рекомендації для проєктних менеджерів. Вони є зрозумілими та легко інтерпретуються для впровадження на рівні управління проєктами та виконання медичними фахівцями.

Завдяки кнопці «Зберегти результати» користувачі мають можливість зберегти результати прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння у форматі JSON (рис. 6.19). Отримані результати у окремих файлах дають можливість проєктним менеджерам їх зберігати та ділитися інформацією з іншими зацікавленими сторонами.

Розроблена система підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння

дозволяє ефективно прогнозувати поширення епідемій у заданому регіоні, враховуючи різні сценарії розвитку подій.

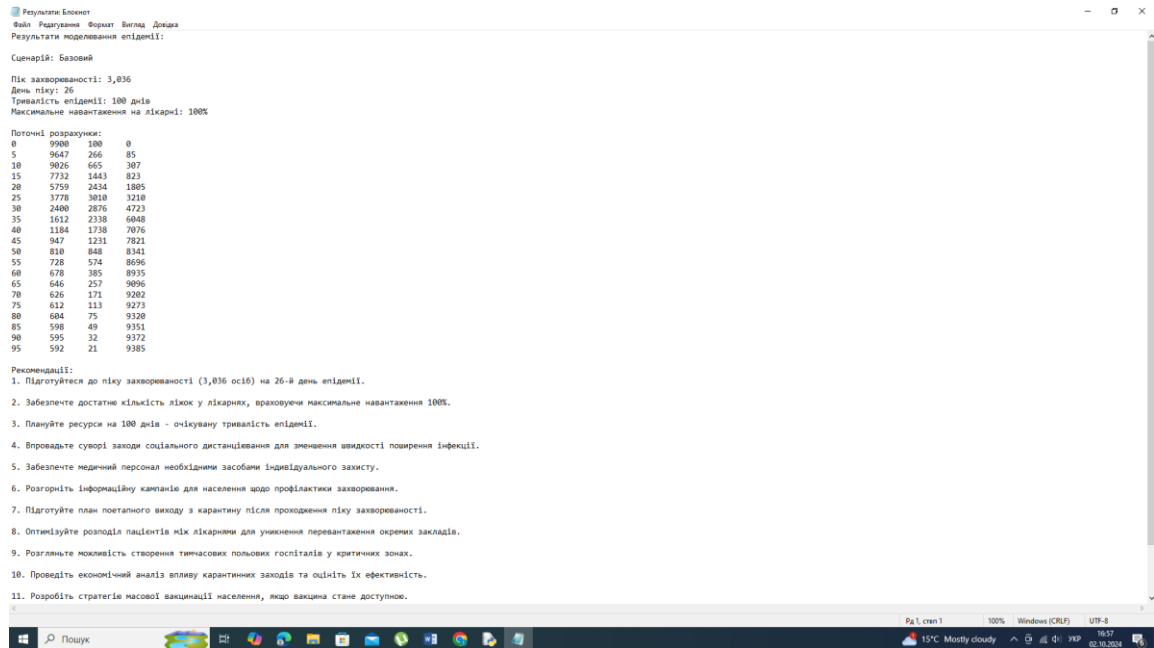


Рисунок 6.19 – Результати збереження результатів використання системи підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння

Вона надає основну інформацію для проєктних менеджерів стосовно прийняття управлінських рішень із врахуванням прогнозованого розповсюдження інфекції, а також сценаріїв введення карантину та проведення вакцинації. Це робить її важливим інструментом як для проєктних менеджерів, так і для регіональних органів управління та медичних закладів під час виникнення кризових ситуацій, таких як пандемії.

Висновки до розділу 6

1. Розроблено алгоритм створення комп'ютерної моделі диференціально-символьного управління медичними проєктами підтримки населення громад передбачає виконання 16 кроків, базується на обґрунтованих диференціально-символьному підході та математичній моделі, що є основою для математичного моделювання із використанням диференціальних рівнянь, чисельного аналізу та визначення раціональної конфігурації

зазначених проєктів, які забезпечують підвищення точності планування медичних проєктів підтримки населення громад.

2. На основі запропонованого алгоритму розроблено комп'ютерну модель диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад, що базується на обґрунтованій математичній моделі, написана на мові програмування Python із використанням бібліотек для розв'язання диференціальних рівнянь та оптимізації, які дозволяють виконувати трудомісткі розрахунки із формування можливих сценаріїв реалізації медичних проєктів підтримки населення громад, візуалізувати можливі конфігурації проєктів, а також визначити їх оптимальний сценарій.

3. Запропоновані алгоритм та комп'ютерна модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад, які передбачають виконання 9 кроків, базуються на обґрунтованих диференціально-символьному підході та математичній моделі диференціально-символьного оцінення ризиків зазначених проєктів, описують динаміку базових показників проєктів, що дає можливість користувачам (проєктним менеджерам) оцінювати ризики проєктів та передбачати, як змінюватимуться базові показники, такі як здоров'я, бюджет та ризик, залежно від заданих характеристик проєктного середовища зазначених проєктів.

4. Розроблені алгоритм моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів та на його основі система підтримки прийняття рішень базуються на використанні диференціальних рівнянь, що дозволяють враховувати як використання ресурсів та розподіл їх між проєктами, так і синергетичні ефекти, які виникають під час взаємодії медичних проєктів, а також забезпечують значне пришвидшення процесу прийняття управлінських рішень щодо реалізації проєктних портфелів у мінливому проєктному середовищі.

5. Розроблена система підтримки прийняття рішень для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння базується на удосконаленому методі і забезпечує поєднання класичної SIR-моделі та телеграфного рівняння для врахування просторово-часової динаміки розповсюдження інфекції, інтегрує інтерфейс із чотирма вкладками для зручного введення параметрів, що є основою ефективного аналізу результатів і формування рекомендацій для проєктних менеджерів.

РОЗДІЛ 7. РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ТА ПОРТФЕЛЯМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ГОСПІТАЛЬНИХ ОКРУГІВ

7.1. Результати оцінки існуючого та обґрунтування бажаного стану створення госпітальних округів в Україні

Нами виконано аналіз стратегії розвитку територіальних систем охорони здоров'я України. Встановлено, що у Національній стратегії реформування системи охорони здоров'я в Україні на період 2015 - 2020 роки [46], а також у проєкті Стратегії розвитку системи охорони здоров'я до 2030 року [71] означено індикатори оцінення цінності медичної реформи. До них належить забезпечення зростання тривалості життя на 3 роки, а саме чоловіків та жінок відповідно до 70 та 80 років, зниження материнської та дитячої смертності (7,4%) до середнього рівня ЄС (3,7%), на третину зниження смертності від неінфекційних захворювань, зниження рівня інвалідності, зниження захворюваності та інвалідності від різних видів хвороби тощо.

Водночас, в Україні продовжуються реформи систем охорони здоров'я, які розпочалися у 2017 році і тривають по цей час. У листопаді 2019 року Кабінетом Міністрів України було затверджено порядок створення госпітальних округів [54] зі змінами у червні 2020 році. Цим порядком передбачено створення госпітальних рад як дорадчих органів при обласних радах. На даний час у кожній із областей держави було створено госпітальні округи. На підставі аналізу постанов Кабінету Міністрів України щодо створення госпітальних округів у окремих областях та показників утворених адміністративно-територіальних одиниць на території держави, нами оцінено існуючий стан їх створення у окремих областях України. Це дало можливість побудувати гістограму кількості створених госпітальних округів у розрізі окремих областей України та тенденцій зміни питомої кількості адміністративних районів, що припадає на один госпітальний округ (рис. 7.1).

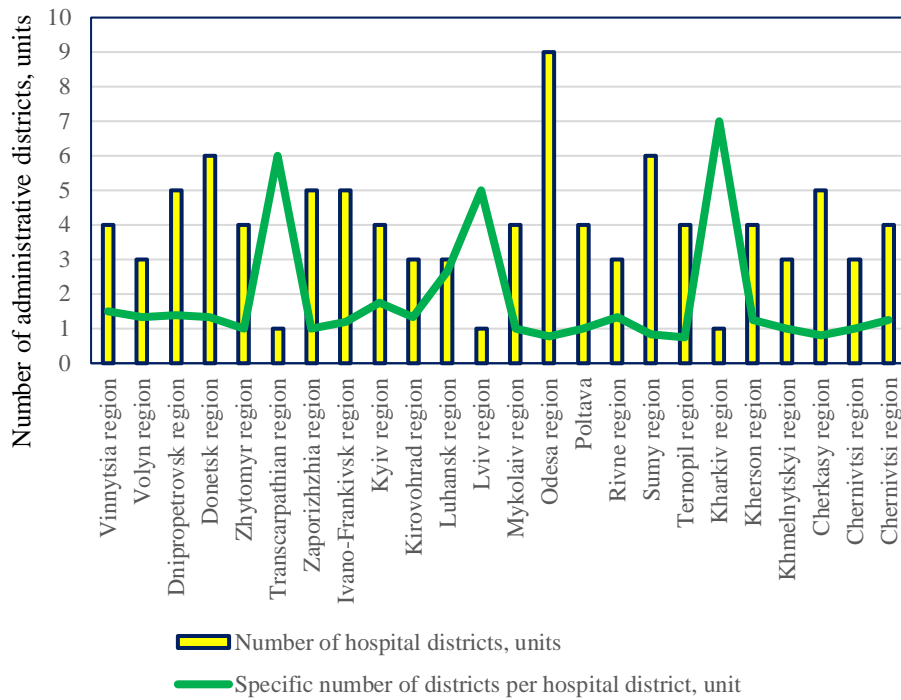


Рисунок 7.1 – Тенденції зміни кількості створених госпітальних округів та питомої кількості адміністративних районів, що припадає на один госпітальний округ у розрізі окремих областей України

Встановлено, що у трьох областях України (Закарпатська, Львівська та Харківська) спостерігається високий показник питомої кількості адміністративних районів, що припадає на один госпітальний округ. Це пояснюється тим, що у кожній із зазначених областей створено лише по одному госпітальному округу. Водночас, у переважній більшості областей питома кількість адміністративних районів, що припадає на один госпітальний округ, знаходиться в межах 1...2 од.

Нами виконано аналіз показників питомої чисельності населення та площі території, що припадають на один госпітальний округ, у розрізі окремих областей України (рис. 7.2). Встановлено, що аналогічна ситуація із показниками питомої чисельності населення та площі території, що припадають на один госпітальний округ, у розрізі окремих областей України. Зокрема, у Закарпатській, Львівській та Харківській областях спостерігається високі значення показників питомої чисельності населення та площі території, що припадають на один госпітальний округ. За питомою чисельністю населення, що припадають на один госпітальний округ, спостерігається перевищення порівняно із середніми значеннями для

Закарпатської області – у 2,1 рази, Львівської області – у 4,3 рази та Харківської області – у 4,5 рази. За питомою площею території, що припадають на один госпітальний округ, спостерігається перевищення порівняно із середніми значеннями для Закарпатської області – у 1,6 рази, Львівської області – у 2,7 рази та Харківської області – у 3,9 рази. Усе вище зазначене свідчить про потребу більш детального аналізу щодо створення госпітальних округів у окремих областях.

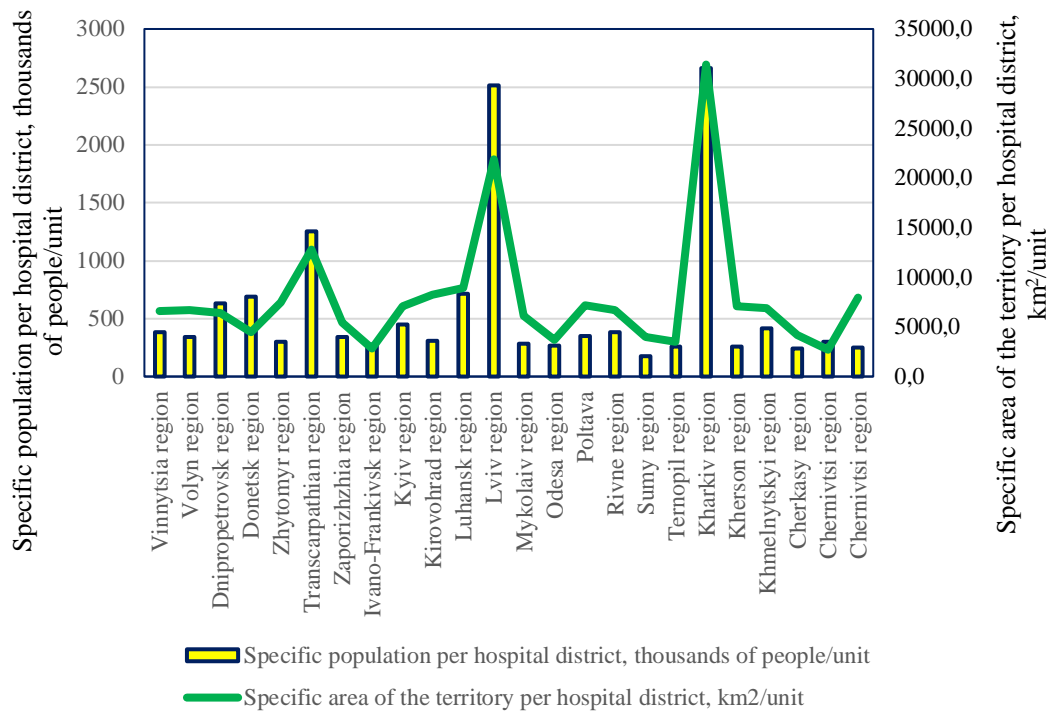


Рисунок 7.2 – Тенденції зміни питомих чисельності населення та площі території, що припадають на один госпітальний округ у розрізі окремих областей України

Для подальшої ідентифікації суперечностей у територіальних системах охорони здоров'я нами вибрано Львівський госпітальний округ, який є одним на території Львівської області (рис. 7.3). На підставі виконаного аналізу стану створення Львівського госпітального округу [142] можна сказати, що значна частина сільських громад залишається частково медично захищеною. Зокрема, виникає суперечність із затвердженим Порядком створення госпітальних округів [55], у якому прописано, що тривалість прибуття пацієнтів до багатoproфільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня не повинна перевищувати регламентоване її значення 60 хв (або ж 60 км).

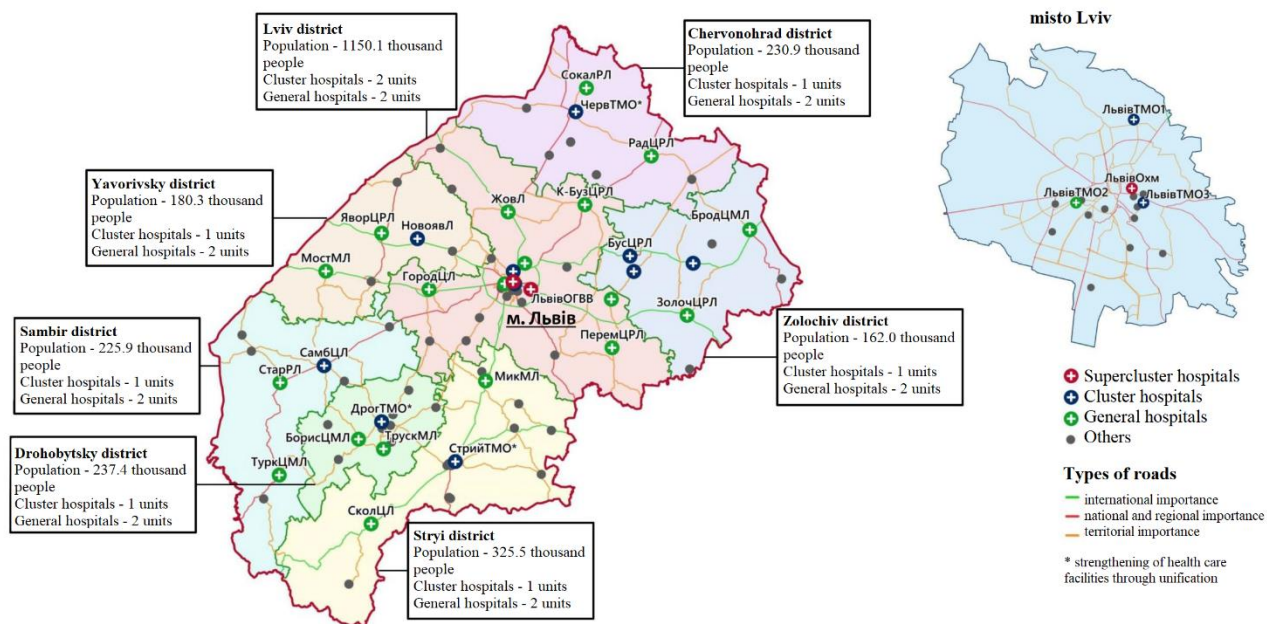


Рисунок 7.3 – Конфігурація існуючого стану Львівського госпітального округу

Водночас, цього неможливо досягти для віддалених від обласного центру сільських громад, які знаходяться у гірських та сільських районах. Це, в основному, зумовлено територіальним розташування лікарень інтенсивного лікування 1-го та 2-го рівня до населених пунктів сільських громад та незадовільним станом доріг у віддалених від обласного центру сільських громадах. Друга суперечність, яка стосується соціальної та фінансової складової досягнення бажаної цінності задекларованих реформ медичної галузі є те, що частина сільського населення немає власного транспорту. При цьому у деяких сільських громадах відсутнє пряме транспортне сполучення. Окремі категорії населення не можуть скористатися найманим транспортом через високу вартість проїзду тощо. Вище означене свідчить про те, що жителі окремих сільських громад та окремі категорії населення практично позбавлені будуть у доступі до багатoproфільних лікарень інтенсивного лікування. За наявності вище означених суперечностей неможливо якісно ідентифікувати проєкти створення багатoproфільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівня на окремих територіях та відповідно реалізувати програми розвитку госпітальних округів.

На підставі використання адаптивно-ціннісного підходу із врахуванням вище означених суперечностей та чинних вимог «Порядку створення госпітальних округів» [55] виконано обґрунтування конфігурації госпітальних округів у бажаному стані на території Львівської області (рис. 7.4).

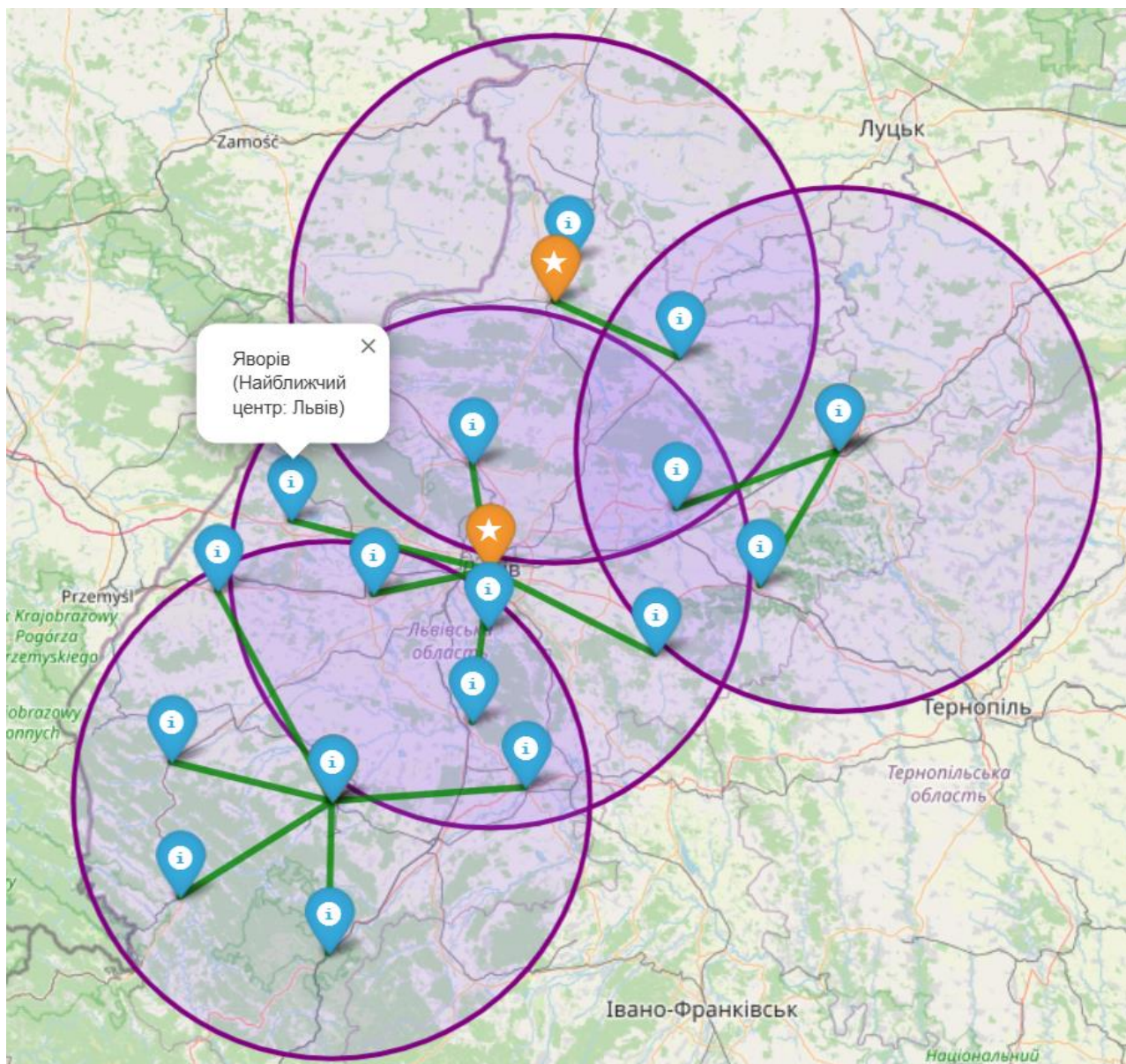


Рисунок 7.4 – Конфігурація бажаного стану госпітальних округів на території Львівської області

Встановлено, що на території Львівської області слід створити 4 госпітальних округи із центрами у м. Львів, м. Шептицький, м. Броди та м. Дрогобич. Це забезпечить дотримання регламенту щодо тривалості прибуття пацієнтів до

багатопрофільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівнів впродовж 60 хв (або ж 60 км). Окрім того, підвищиться цінність цих госпітальних округів завдяки збереженню життя лютей та зниженню смертності через невчано надану медичну допомогу.

Отримані результати проведених досліджень свідчать про те, що реформа системи охорони здоров'я в Україні проводиться із багатьма хибами через вибраний підхід до управління. При цьому виникає доцільність використання запропонованого адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів в Україні, що дасть можливість на підставі розробленої концептуальної моделі системно виконувати управлінські процеси і забезпечить портфельну реалізацію проєктів створення та розвитку госпітальних округів із максимальною цінністю для стейкхолдерів та адаптацією до специфічного їх проєктного середовища. Подальші дослідження слід проводити у напрямі розроблення моделей, методів та алгоритмів виконання означених у концептуальній моделі управлінських процесів, що належать до методології адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів.

7.2. Результати планування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей

На підставі обґрунтованої структурної моделі системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту розроблено систему підтримки прийняття рішень, яка забезпечує виконання процесів для оцінення тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей. Вона написана мовою Python 3.11. Вікно її користувачів представлено на рис. 7.5.

Вона передбачає використання БЗ сформованої із електронної медичної документації (Electronic Medical Records, EMR). Окрім того, у ній використано розроблену нами нейромережеву модель прямого зв'язку, яка опублікована у роботі [59]. Запропонована нейронна мережа для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей є глибинною

мережею з двома рівнями. Перший рівень має щільний тип із 64 нейронами та функцією активації ReLU. Другий рівень також має щільний тип і 1 нейрон, який використовується для задачі регресії. Загальна кількість параметрів моделі становить 385.

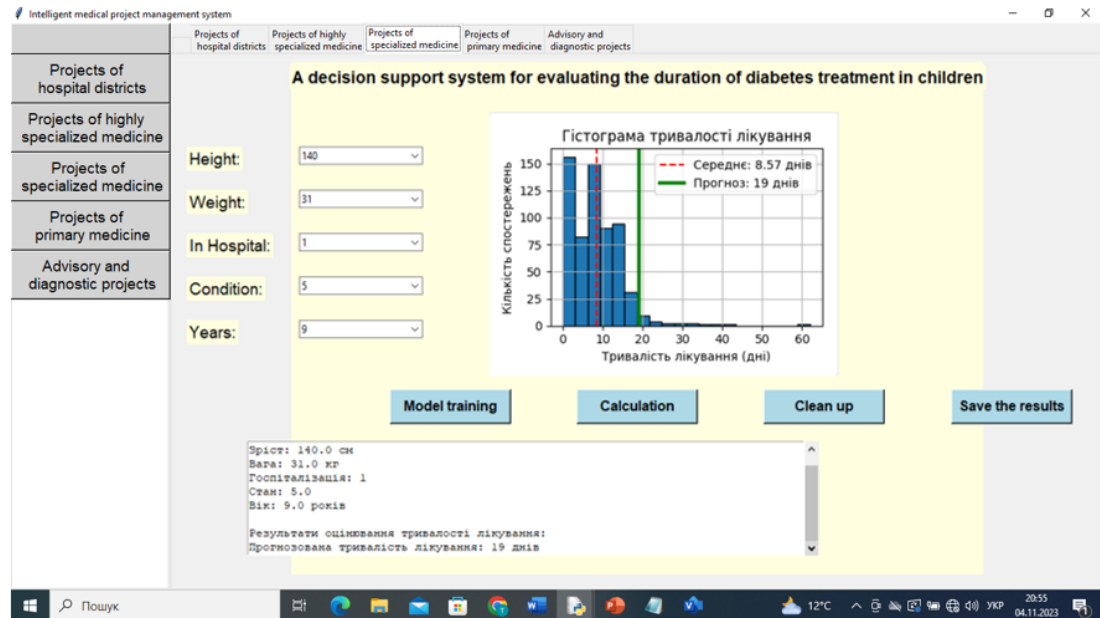


Рисунок 7.5 – Вікно користувача інтелектуальної інформаційної системи планування медичних проєктів із вкладкою для оцінення тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей

На підставі розробленої та перевіреної на адекватність системи підтримки прийняття рішень із використанням даних електронної системи медичних записів щодо лікування цукрового у дітей у стаціонарному відділенні Львівської обласної дитячої клінічної лікарні «Охматдит» (м. Львів, Україна) виконано кількісне оцінення тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей для різних характеристик їх захворювання.

Для кількісного оцінення тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей для різних характеристик їх захворювання здійснювалося моделювання надходження пацієнтів. Нами було прийнято, що діти поступають на стаціонарне лікування із діагнозом – вперше виявлений цукровий діабет, із середніми значеннями ваги та зросту. За умови, що значення ваги пацієнтів є точними, то вони можуть бути корисними для медичних працівників.

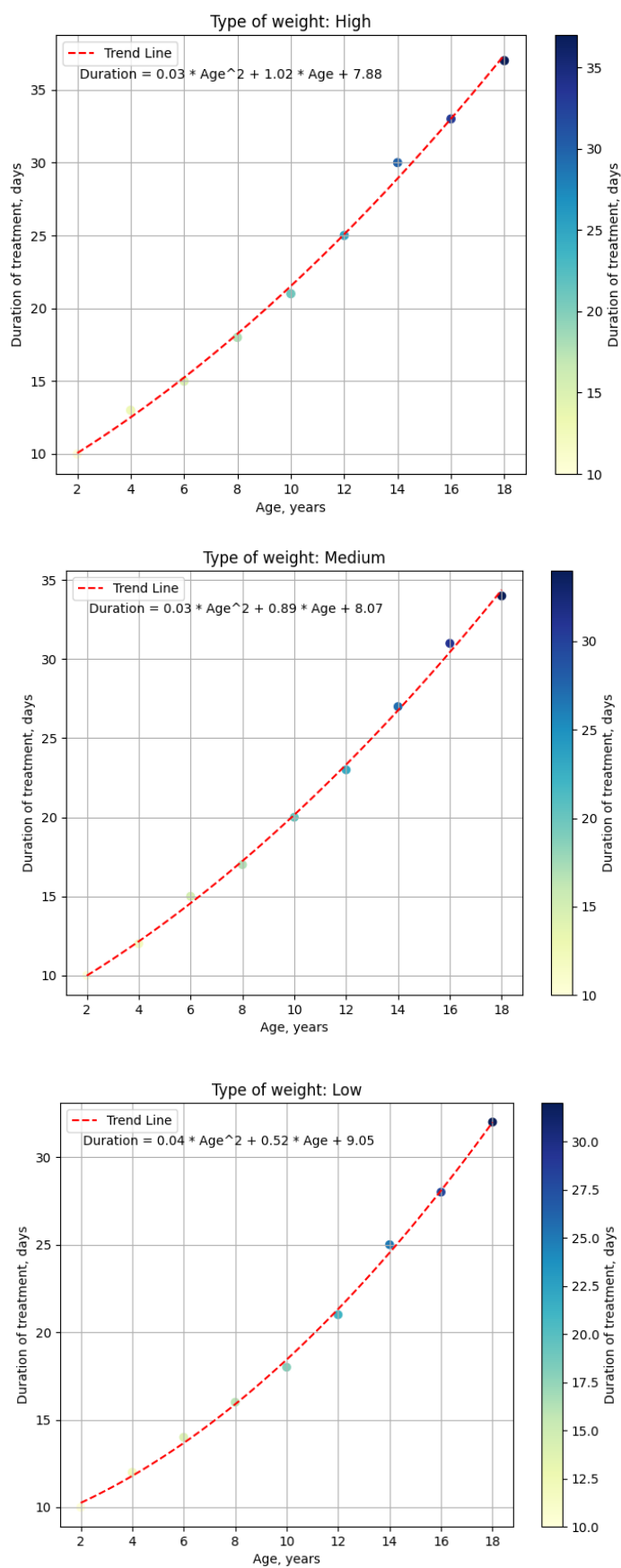


Рисунок 7.6 – Залежності прогнозованої тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від віку пацієнтів та малої (а), середньої (б) та великої (в) ваги

Наприклад, медичні працівники можуть використовувати записи ваги пацієнтів для оцінки ризику розвитку цукрового діабету. На підставі дослідження встановлено кількісні значення прогнозованої тривалості життєвого циклу проєктів t_d лікування цукрового діабету у дітей від характеристик пацієнтів (рис. 7.6).

Отримані залежності тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від характеристик пацієнтів описуються рівняннями:

– мала вага

$$t_{dm} = 0.03 \cdot A^2 + 1.02 \cdot A + 7,88, \quad (7.1)$$

– середня вага

$$t_{dc} = 0.03 \cdot A^2 + 0.89 \cdot A + 8,07, \quad (7.2)$$

– велика вага

$$t_{ds} = 0.04 \cdot A^2 + 0.52 \cdot A + 9,05. \quad (7.3)$$

де t_d – прогнозована тривалість життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей, днів; A – вік пацієнтів, років; W – вага пацієнтів, кг.

Отримані залежності (рис. 7.6) лежать в основі прийняття управлінських рішень щодо прогнозованої тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від віку пацієнтів та їх ваги. Встановлено, що тривалість життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей змінюється у межах 8...37 днів. Вона зростає за зростання віку та ваги пацієнтів.

Запропонована структурна модель системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту має теоретичну та практичну цінність. На її основі можна створювати системи підтримки прийняття управлінських рішень, які забезпечать підвищення якості та точності управлінських рішень щодо оцінення складових медичних проєктів із врахуванням наявного стану проєктного середовища.

7.3. Результати визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону

На підставі використання запропонованої системи підтримки прийняття рішень (див. п. 5.6) виконано визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону. Початкові дані для виконання зазначеного управлінського процесу представлено у табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Початкові дані для визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, дол. США

Назва проєкту	Державний бюджет	Місцевий бюджет	Приватні інвестиції	Інші джерела	Витрати на створення вигод	Вигоди від реалізації проєкту
Реконструкція районної лікарні	200000	100000	150000	50000	500000	1000000
Будівництво поліклініки	300000	200000	200000	100000	800000	1500000
Розвиток онкологічного центру	250000	150000	180000	120000	700000	1200000
Створення дитячої клініки	220000	130000	150000	100000	600000	800000
Модернізація швидкої медичної допомоги	150000	100000	100000	50000	400000	600000

У цій таблиці 7.1 витрати на створення вигод рівні бюджету проєкту, а вигоди від реалізації проєкту відображаються як цінність, яку отримують стейкхолдери від кожного проєкту.



Рисунок 7.7 – Графік пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону відсортованих за їх цінністю

У представленій таблиці 7.1 бюджет проекту розраховується як сума державного бюджету, місцевого бюджету, приватних інвестицій і інших джерел фінансування. Витрати на створення вигод рівні бюджету проекту, а вигоди від реалізації проекту відображають цінність, яку отримують стейкхолдери від кожного проекту.

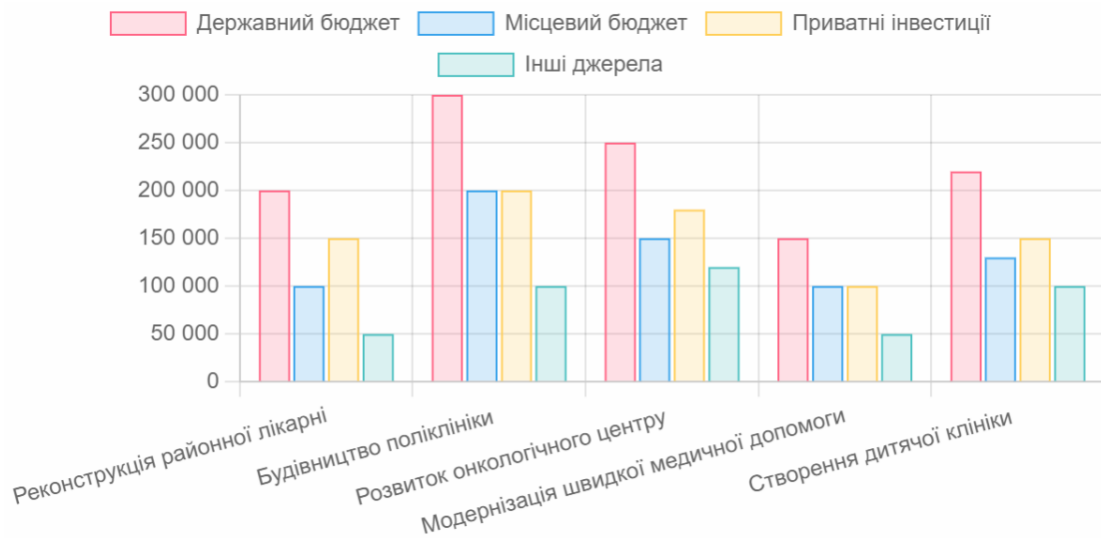


Рисунок 7.8 – Графік структури бюджету проектів створення та розвитку медичних закладів регіону

У результаті використання запропонованої системи підтримки прийняття рішень виконано визначення пріоритетних проектів створення та розвитку медичних закладів регіону із використанням початкових даних, що представлено у табл. 7.1 та отримано графіки, які подано на рис. 7.7-7.9.

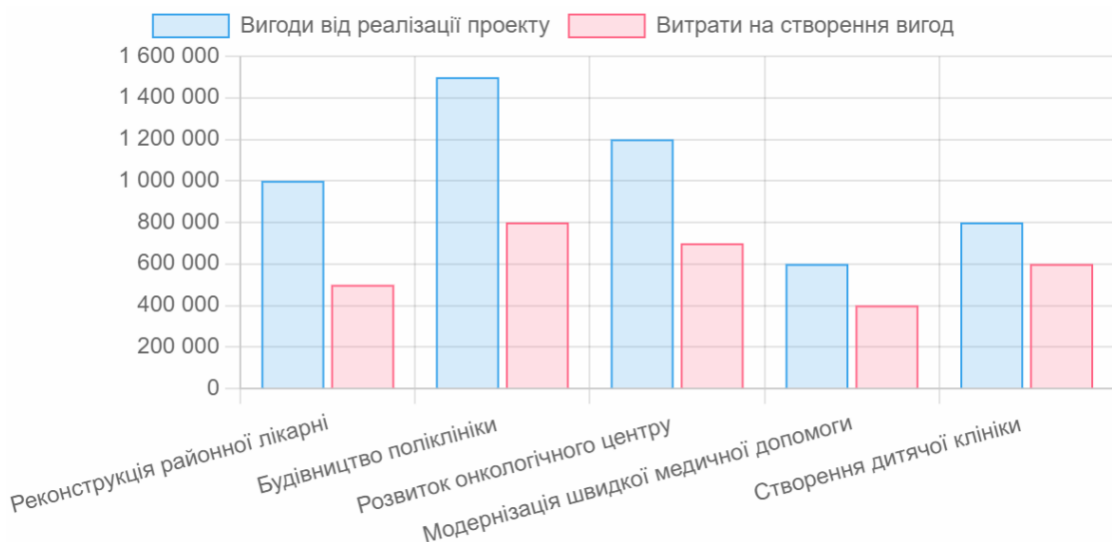


Рисунок 7.9 – Графік вигоди та витрат на реалізацію проектів створення та розвитку медичних закладів регіону

Нами отримано графік пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, відсортованих за їх цінністю (рис. 7.7). На його основі встановлено, що реконструкція районної лікарні має найвищу цінність (2.0). При цьому вигоди вдвічі перевищують витрати на реалізацію зазначеного проєкту. Проєкти будівництва поліклініки та розвитку онкологічного центру мають високі цінності, близькі до 2.0, що також свідчить про високу ефективність. Створення дитячої клініки має найнижчу цінність (1.333), але все ще вигідно для реалізації. Отримані результати вказують на те, що найвищу цінність мають проєкти реконструкції районної лікарні та будівництва поліклініки, які є у пріоритеті для першочергового фінансування та реалізації. Саме вони принесуть найбільші вигоди для стейкхолдерів за оптимальних витрат на їх реалізацію. Проєктним менеджерам слід враховувати пріоритетність і перевагу надавати проєктам з найвищою цінністю за максимального отримання вигоди для стейкхолдерів при мінімальних витратах.

Отриманий графік структури бюджету проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону (рис. 7.8) дає можливість виконати аналіз частки фінансування, що отримується із різних джерел. Встановлено, що усі розглядувані проєкти значною мірою залежать від державного фінансування. Окрім того, другим за важливістю джерелом є місцевий бюджет, який забезпечує отримання коштів на фінансування проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону. Проєктним менеджерам слід звернути увагу на пошук додаткових джерел фінансування, якщо обсяг державного бюджету є обмежений. Окрім того, слід розробити стратегії для залучення приватного сектору до участі у фінансуванні проєктів.

Представлений графік вигоди та витрат на реалізацію проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону (рис. 7.9) забезпечує визначення проєктів з найбільшим співвідношенням вигоди до витрат. Це допомагає ідентифікувати найбільш ефективні проєкти – реконструкції районної лікарні та будівництва поліклініки. При цьому проведення аналізу витрат на реалізацію проєктів забезпечить визначення їх доцільності. Зокрема встановлено, що проєкт будівництва поліклініки потребує значно більше витрат, порівняно із проєктом

реконструкції районної лікарні за нижчої цінності. Тому, за обмеженого бюджету, слід надавати перевагу у реалізації проекту реконструкції районної лікарні.

Вцілому визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону із використанням запропонованої системи підтримки прийняття рішень дає можливість проєктним менеджерам отримати інформацію, яка дає можливість зосередитися на більш пріоритетних проєктах для швидкого отримання вигоди для стейкхолдерів. На основі виконаного аналізу проєктні менеджери приймають рішення щодо потреби пошуку і залучення додаткових джерел фінансування для забезпечення стабільності бюджетів проєктів. Проведення аналізу витрат та вигоди для стейкхолдерів лежить в основі підвищення ефективності використання наявних ресурсів. Зазначені рекомендації допоможуть проєктним менеджерам ефективно управляти проєктами створення та розвитку медичних закладів, забезпечуючи максимальну вигоду для стейкхолдерів регіону за оптимальних витрат ресурсів.

7.4. Результати оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітального округу

На підставі використання запропонованої системи підтримки прийняття рішень (див. п. 5.4) виконано дослідження впливу складових проєктного середовища на оптимізацію портфеля проєктів розвитку госпітальних округів. Початкові дані для виконання цього представлено у табл. 7.2.

Нами представлено у табл. 7.2 вибрані варіанти параметрів для оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів. Вона містить п'ять основних складових проєктного середовища, кожна з яких має сім можливих варіантів.

У таблиці 7.3 подано дані про загальний бюджет, який можна виділити на реалізацію проєктів розвитку госпітального округу. Запропоновано варіанти бюджету проєктів, що змінюються від 300 до 500, з кроком у 50. Окрім того, подано мінливі характеристики генетичного алгоритму, такі як розмір популяції, кількість поколінь, розмір турніру та ймовірність мутації.

Таблиця 7.2 – Початкові дані для оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів

Проект	Цінність	Бюджет	Стан виконання	Ризики	Доступність ресурсів	Терміновість	Сумісність з іншими проєктами (матриця)
1	50	100	0.8	0.2	0.9	0.7	1,1,0,1,0
2	60	120	0.6	0.3	0.8	0.6	1,1,1,0,1
3	70	150	0.7	0.4	0.7	0.8	0,1,1,1,1
4	40	90	0.9	0.1	0.6	0.5	1,0,1,1,0
5	55	110	0.5	0.5	0.5	0.9	0,1,1,0,1

Таблиця 7.3 – Варіанти мінливих складових проєктного середовища для оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітальних округів

Складова	Варіант						
	1	2	3	4	5	6	7
Загальний бюджет	300	350	375	400	425	450	500
Розмір популяції	100	120	150	180	200	220	250
Кількість поколінь	500	700	1000	1200	1500	1700	2000
Розмір турніру	5	6	7	8	9	10	12
Ймовірність мутації	0.01	0.02	0.05	0.07	0.1	0.12	0.15

Кількість індивідуумів у популяції для генетичного алгоритму у окремих варіантах змінюється від 100 до 250 з кроком у 20. Кількість поколінь, що характеризує число ітерацій (поколінь) генетичного алгоритму, які будуть виконані у окремих варіантах варіюються від 500 до 2000, з кроком у 200. Прийнято, що розмір турніру, який характеризується кількістю індивідуумів, які беруть участь у турнірному відборі генетичного алгоритму, у окремих варіантах змінюється від 5

до 12. Ймовірність мутації у окремих заданих варіантах змінюється від 0.01 до 0.15, з кроком у 0.01 для низьких значень та 0.05 для високих значень.

На основі даних представленої таблиці 7.3 виконано дослідження впливу різних комбінацій параметрів складових проектного середовища на ефективність оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів, що забезпечує досягнення оптимальних результатів. Результаті отриманих показників ефективності портфелів проектів розвитку госпітального округу представлено у додатку Е.

Для аналізу впливу різних складових проектного середовища на оптимізацію портфеля, проведено множинну експериментів, використовуючи розроблену систему підтримки прийняття рішень (п. 5.7). Зокрема змінювали загальний доступний бюджет, розмір популяції, кількість поколінь, розмір турніру та ймовірність мутації, і спостерігати за змінами оптимального інтегрованого показника цінності портфелів проектів розвитку госпітальних округів та їх структури.

Для побудови графіків, які характеризують тенденції зміни досліджуваних показників, нами використано бібліотеку Matplotlib мови програмування Python. Це дало можливість отримати залежності оптимального інтегрованого показника цінності портфелів проектів розвитку госпітальних округів, а також використаного бюджету та кількості оптимальних проектів у портфелі від доступного їх бюджету (рис. 7.10-7.12).

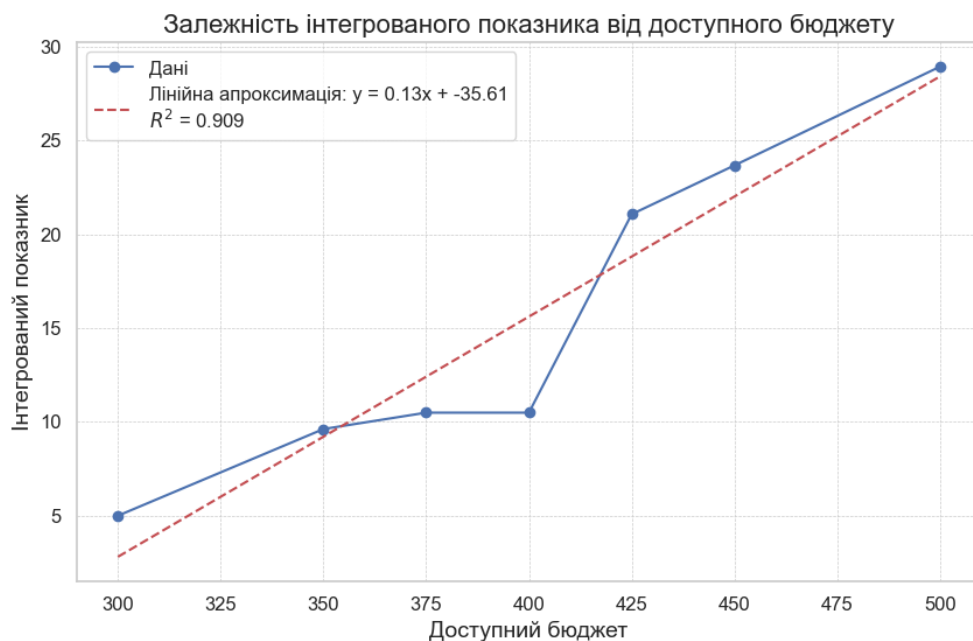


Рисунок 7.10 – Залежність оптимального інтегрованого показника цінності портфелів проектів розвитку госпітальних округів від доступного їх бюджету

Нами виконано аналіз отриманих залежностей, що характеризують вплив доступного бюджету на оптимізацію портфеля проєктів розвитку госпітальних округів, з позиції корисності та важливості отриманої інформації для прийняття управлінських рішень проєктними менеджерами.

Отримана залежність оптимального інтегрованого показника цінності портфелів проєктів розвитку госпітальних округів від доступного їх бюджету (рис. 7.10) показує на чітку тенденцію зростання інтегрованого показника зі збільшенням доступного бюджету. Це свідчить про те, що з більш високим бюджетом можна досягти кращих результатів у розвитку госпітальних округів. Отримана залежність має лінійну апроксимація, яка добре відображає загальну тенденцію та має високий коефіцієнт детермінації:

$$I_v = 0,13B_o - 35,61, R^2 = 0,909, \quad (7.4)$$

де I_v – оптимальний інтегрований показник цінності портфеля проєктів розвитку госпітальних округів; B_o – доступний бюджет портфеля проєктів розвитку госпітальних округів.

Встановлено, що у отриманій залежності коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,909$. Це свідчить про те, що модель добре пояснює варіацію даних.

Проєктні менеджери можуть використовувати отриману залежність оптимального інтегрованого показника цінності портфелів проєктів розвитку госпітальних округів від доступного їх бюджету (рис. 7.10) для обґрунтування потреби збільшення бюджету, показуючи, як це може підвищити інтегрований показник і, відповідно, якість реалізованих проєктів.

Отримана залежність загальної вартості оптимального портфеля проєктів розвитку госпітальних округів від доступного його бюджету (рис. 7.11) показує майже лінійну залежність між доступним бюджетом та загальною вартістю портфеля проєктів. Це логічно, оскільки більший бюджет дозволяє включати більше проєктів.

Отримана залежність має лінійну апроксимацію, яка добре відображає загальну тенденцію, та має високий коефіцієнт детермінації:

$$B_p = 0,87B_\delta + 40,48, R^2 = 0,951, \quad (7.5)$$

де B_p – загальна вартість оптимального портфеля проєктів розвитку госпітальних округів; B_δ – доступний бюджет портфеля проєктів розвитку госпітальних округів.

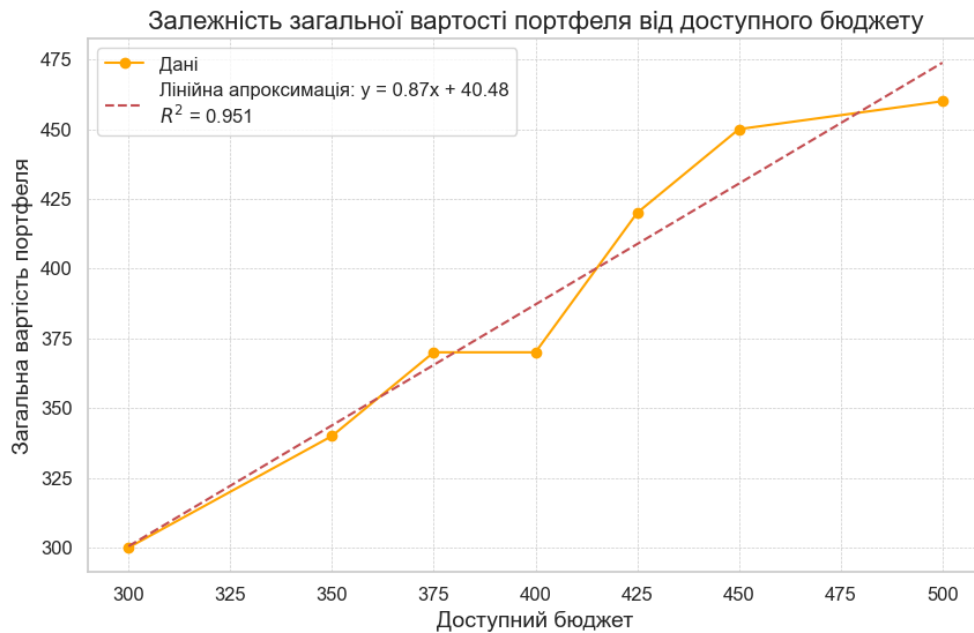


Рисунок 7.11 – Залежність загальної вартості оптимального портфеля проєктів розвитку госпітальних округів від доступного його бюджету

Проєктні менеджери можуть використовувати отриману залежність загальної вартості оптимального портфеля проєктів розвитку госпітальних округів від доступного його бюджету (рис. 7.11) для планування ресурсів та розподілу бюджету між проєктами.

Побудована залежність кількості проєктів у оптимальному портфелі проєктів розвитку госпітальних округів від доступного його бюджету (рис. 7.12) показує дискретну зміну кількості проєктів, які включено в оптимальний портфель проєктів за збільшення їх доступного бюджету. Проєктні менеджери можуть використовувати цей графік для визначення порогових значень бюджету, при досягненні яких можна включити додаткові проєкти. Також отриману залежність можна використовувати для прийняття управлінських рішень про включення нових проєктів у портфель, а також для планування розширення портфеля проєктів розвитку госпітальних округів залежно від збільшення доступного бюджету.

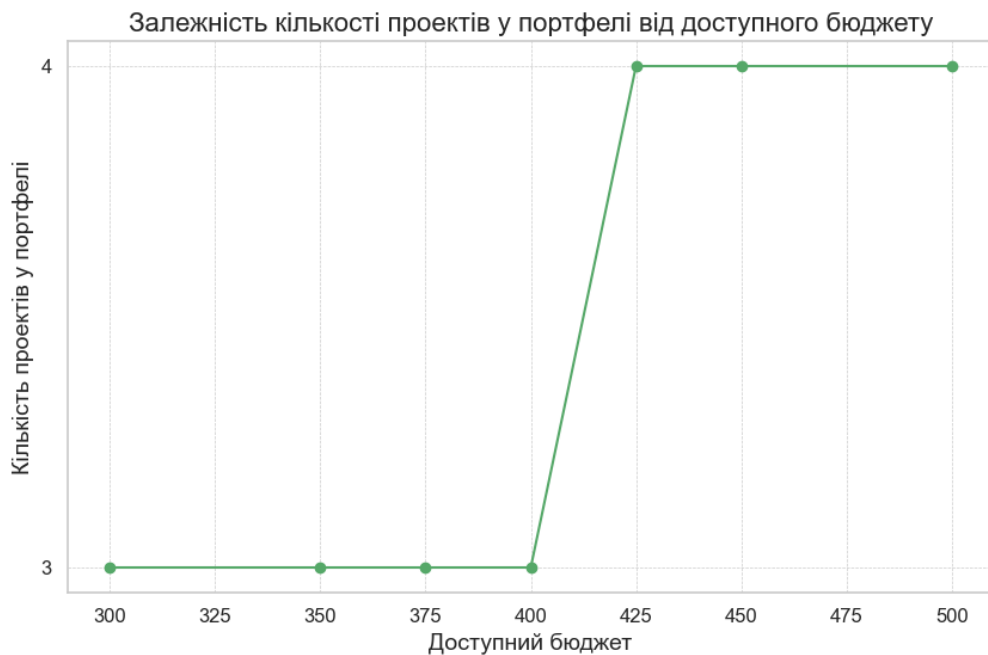


Рисунок 7.12 – Залежність кількості проєктів у оптимальному портфелі проєктів розвитку госпітальних округів від доступного його бюджету

Також на підставі виконаних досліджень нами встановлено, що розмір популяції, кількість поколінь, розмір турніру та ймовірність мутації генетичного алгоритму незначно впливають на оптимальний інтегрований показник цінності портфелів проєктів розвитку госпітальних округів та їх структуру.

Отримані залежності є корисними інструментами для проєктних менеджерів, оскільки вони наочно показують залежності між ключовими показниками (бюджет, вартість портфеля, кількість проєктів) та оптимальним інтегрованим показником цінності портфелів проєктів розвитку госпітальних округів. Проєктні менеджери можуть використовувати отримані залежності та їх рівняння для обґрунтування управлінських рішень, що стосуються збільшення бюджету, оптимізації розподілу фінансових ресурсів та планування розширення портфеля проєктів. Таким чином, отримані залежності вказують на їх важливість та доцільність використання під час прийняття стратегічних та оперативних управлінських рішень щодо реалізації портфелів проєктів розвитку госпітальних округів.

7.5. Результати прогнозування складових медичних проєктів

Для прогнозування складових медичних проєктів використано розроблену інтелектуальну інформаційну систему (див. п. 5.9). Розглянемо роботу цієї системи під час оцінення тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей. Зазначені проєкти належать до проєктів спеціалізованої медицини.

На підставі даних БЗ сформованої із електронної медичної документації нами обґрунтовано параметри нейромережевої моделі прямого зв'язку, яка опублікована у роботах [79, 179]. Запропонована нейронна мережа для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей є глибинною мережею з двома рівнями (рис. 7.13).

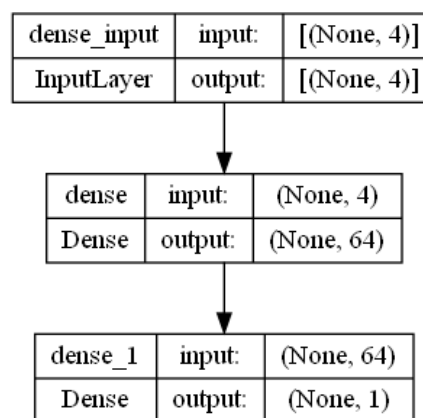


Рисунок 7.13 – Архітектура моделі прямої нейронної мережі для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів з лікування цукрового діабету у дітей

Перший рівень має щільний тип із 64 нейронами та функцією активації ReLU. Другий рівень також має щільний тип і 1 нейрон, який використовується для задачі регресії. Загальна кількість параметрів моделі становить 385.

Для навчання нейронної мережі використовували метод зворотного поширення помилки. Цей метод передбачає знаходження таких значень параметрів мережі, при яких помилка між прогнозованими та фактичними значеннями тривалості життєвого циклу проєктів лікування є мінімальною. Результати оцінки середньої квадратичної помилки (MSE) під час навчання нейромережевої моделі

подано на рис. 7.14. На основі отриманої залежності встановлено, що достатньо для вивчення 50 епох.

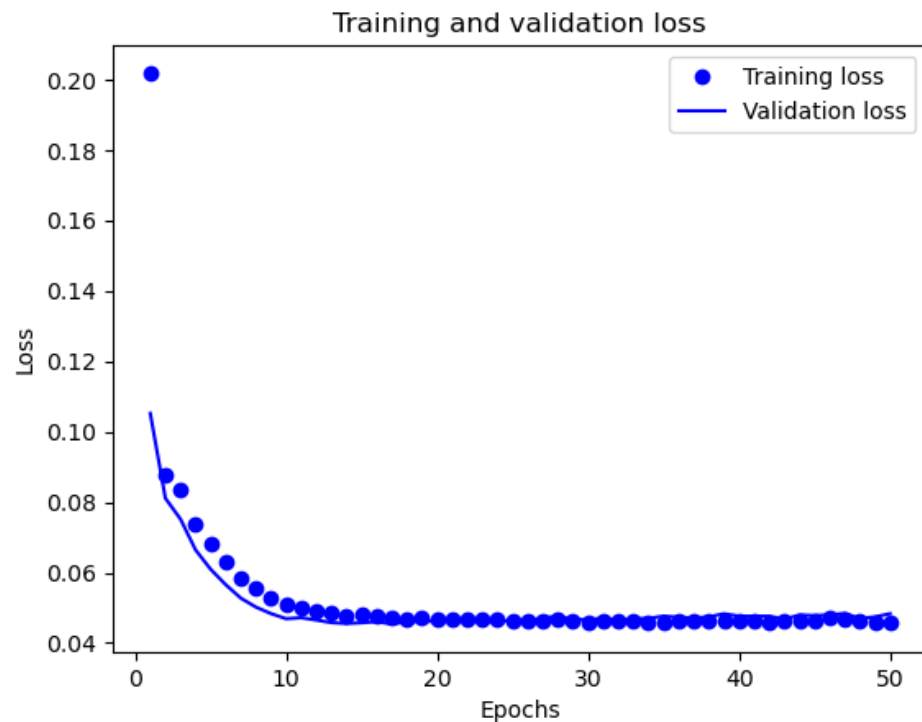


Рисунок 7.14 – Результати оцінки середньоквадратичної похибки (MSE) під час навчання нейромережевої моделі

Навчену нейронну мережу використали для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей. Її можна застосувати за відомих характеристик захворювання пацієнтів. Наприклад, якщо маємо дитину віком 11 років з 1-м типом діабету середньої важкості, яка приймає інсулін і метформін, ми можемо використовувати нейронну мережу для прогнозування тривалості життєвого циклу проєкту її лікування.

На підставі використання інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів для оцінення складових медичних проєктів встановлено залежність тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від стану хворих (рис. 7.15). Встановлена залежність тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від стану хворих (рис. 7.15) може бути використаною для підвищення якості та точності

підтримки прийняття рішень під час планування тривалості проєктів лікування цукрового діабету у дітей із різними станами їх захворювання.

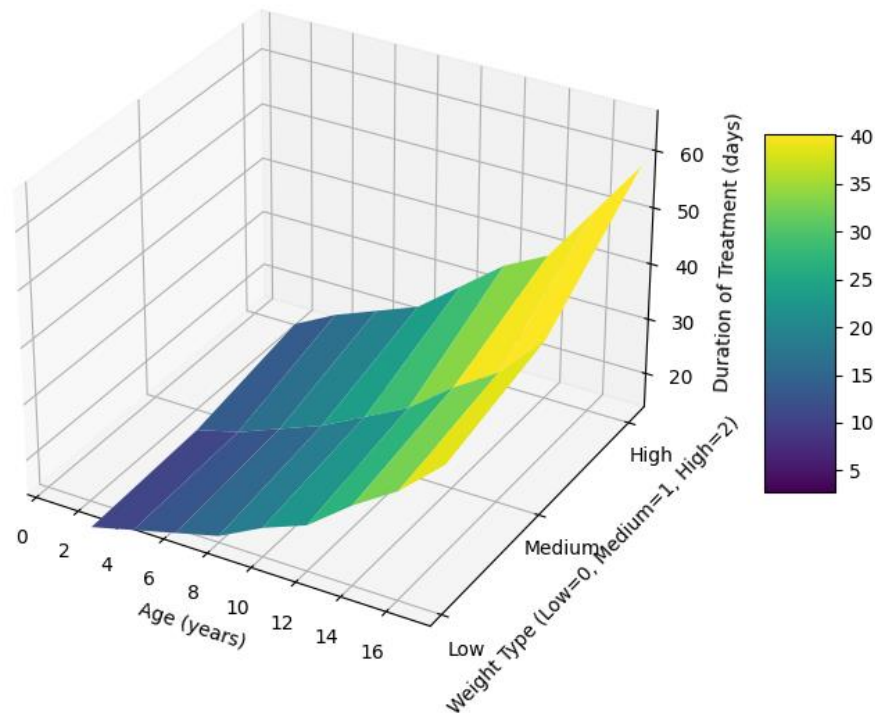


Рисунок 7.15 – Залежність тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від стану хворих

Розроблена інтелектуальна інформаційна система прогнозування складових медичних проєктів, яка базується на нейромережевих моделях, забезпечує проведення досліджень та визначення кількісних значень складових медичних проєктів за різних характеристик проєктного середовища. Подальші дослідження потребують обґрунтування архітектури нейромережевих моделей та на їх основі розробки модулів для прогнозування складових проєктів створення госпітальних округів, проєктів високоспеціалізованої медицини та первинної медицини.

На підставі даних БЗ сформованої із чинної електронної медичної документації нами обґрунтовано параметри нейромережевої моделі прямого зв'язку. Запропонована нейронна мережа для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей є глибинною мережею з двома рівнями, яка забезпечує точність прогнозу на рівні 95,4%. Це свідчить про достатню її ефективність та доцільність використання у інтелектуальній інформаційній системі для прогнозування складових медичних проєктів.

На підставі отриманих результатів можна стверджувати, що запропонована інтелектуальна інформаційна система, що використовує нейромережеву модель прямого зв'язку, є перспективним підходом до прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей. Система має високу точність прогнозу, здатність навчатися на великих наборах даних та відносно проста у використанні. Ці переваги можуть сприяти широкому впровадженню системи та покращенню якості медичного обслуговування у цілому.

7.6. Результати оцінення вимог до методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

Для оцінки вимог до методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад нами використано запропонований підхід та математичні формули для обчислення відповідних показників, які представлені у п. 4.1 цієї роботи. Для виконання розрахунків нами використано початкові дані про цей метод, які представлені у табл. Ж.1 додатку Ж.

Нами задано, що зміни у проєктному середовищі проєктів медичної підтримки населення громад визначені як:

$$R(t) = 5t^2 + 3t + 2. \quad (7.6)$$

Підставивши відповідні значення у формулу (4.1), отримаємо кількісне значення адаптивності до змін у проєктному середовищі:

$$A(t) = \frac{d}{dt}(5t^2 + 3t + 2) = 10t + 3. \quad (7.7)$$

За умови, що $t = 6$ – час у місяцях:

$$A(6) = 10 \times 6 + 3 = 63 \text{ од.}$$

Для визначення точності методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад припустимо, що у нас є чотири сценарії із емпіричними та отримані із використанням методу даними:

$$E_1 = 100, A_1 = 95,$$

$$E_2 = 200, A_2 = 190,$$

$$E_3 = 150, A_3 = 145,$$

$$E_4 = 300, A_4 = 290.$$

Підставивши відповідні значення у формулу (4.2) отримаємо кількісне значення точності методу:

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{4} \left(\left| \frac{100 - 95}{100} \right| + \left| \frac{200 - 190}{200} \right| + \left| \frac{150 - 145}{150} \right| + \left| \frac{300 - 290}{300} \right| \right) = \\ &= \frac{1}{4} (0.05 + 0.05 + 0.0333 + 0.0333) = \frac{0.1616}{4} = 0.0404. \end{aligned}$$

Для визначення гнучкості та масштабованості методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад припустимо, що максимальна і мінімальна можливість відповідно становлять $C_{max} = 100$, $C_{min} = 40$.

Підставивши відповідні значення у формулу (4.3), отримаємо кількісне значення гнучкості та масштабованості методу:

$$F = \frac{100 - 40}{100} = 0.6.$$

Для визначення інтеграції з існуючими інформаційними системами управління проєктами припустимо, що запропонований метод інтегрується у 3 системи із рівнями інтеграції: $I_1 = 80$, $I_2 = 70$ та $I_3 = 90$. Максимальний рівень інтеграції становить $M = 100$. Підставивши відповідні значення у формулу (4.4), отримаємо кількісне значення інтеграції методу з існуючими інформаційними системами управління проєктами:

$$I = \frac{80 + 70 + 90}{100} = \frac{240}{100} = 2.4.$$

Для визначення показника комплексного аналізу і моделювання взаємозв'язків припустимо, маємо 3 чинники:

$$X_1 = 50, Y_1 = 25,$$

$$X_2 = 70, Y_2 = 35,$$

$$X_3 = 90, Y_3 = 45.$$

Підставивши відповідні значення у формулу (4.5), отримаємо кількісне значення комплексного аналізу і моделювання взаємозв'язків за використання запропонованого методу:

$$C = \frac{1}{3} \left(\frac{50}{25} + \frac{70}{35} + \frac{90}{45} \right) = \frac{1}{3} (2 + 2 + 2) = 2.$$

Для визначення стану використання методів оптимізації прийнято наступні 3 варіанти:

$$C_1 = 500, x_1 = 4,$$

$$C_2 = 600, x_2 = 3,$$

$$C_3 = 700, x_3 = 2.$$

Підставивши відповідні значення у формулу (4.6), отримаємо кількісне значення показника використання оптимізації у запропонованому методі:

$$O = \min(500 \cdot 4 + 600 \cdot 3 + 700 \cdot 2) = O = \min(2000 + 1800 + 1400) = 5200.$$

Для оцінення забезпечення підтримки прийняття управлінських рішень із використанням запропонованого методу приймаємо 3 критерії:

$$W_1 = 0.4, S_1 = 85,$$

$$W_2 = 0.3, S_2 = 90,$$

$$W_3 = 0.3, S_3 = 80.$$

Підставивши відповідні значення у формулу (4.7), отримаємо кількісне значення показника забезпечення підтримки прийняття управлінських рішень:

$$D = \frac{(0.4 \cdot 85) + (0.3 \cdot 90) + (0.3 \cdot 80)}{0.4 + 0.3 + 0.3} = \frac{34 + 27 + 24}{1} = 85.$$

Отримані результати розрахунків щодо оцінення вимог до методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад подано у табл. Ж.2 додатку Ж. На підставі цих результатів побудовано гістограму оцінення точності методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад (рис. 7.16).

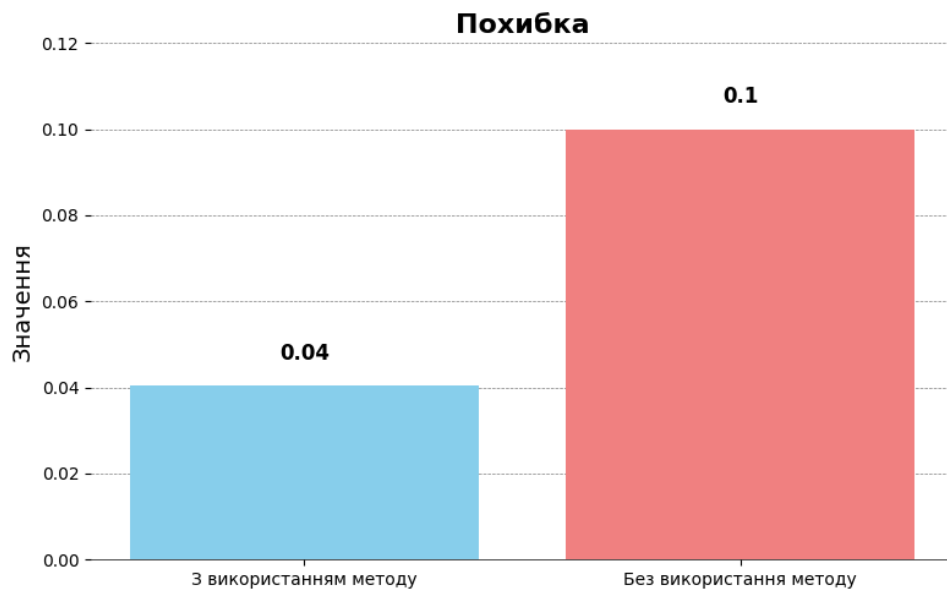


Рисунок 7.16 – Гістограма оцінення точності методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

Усі інші гістограми оцінення показників вимог до методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад представлено на рис. Ж.1-Ж.6 додатку Ж.

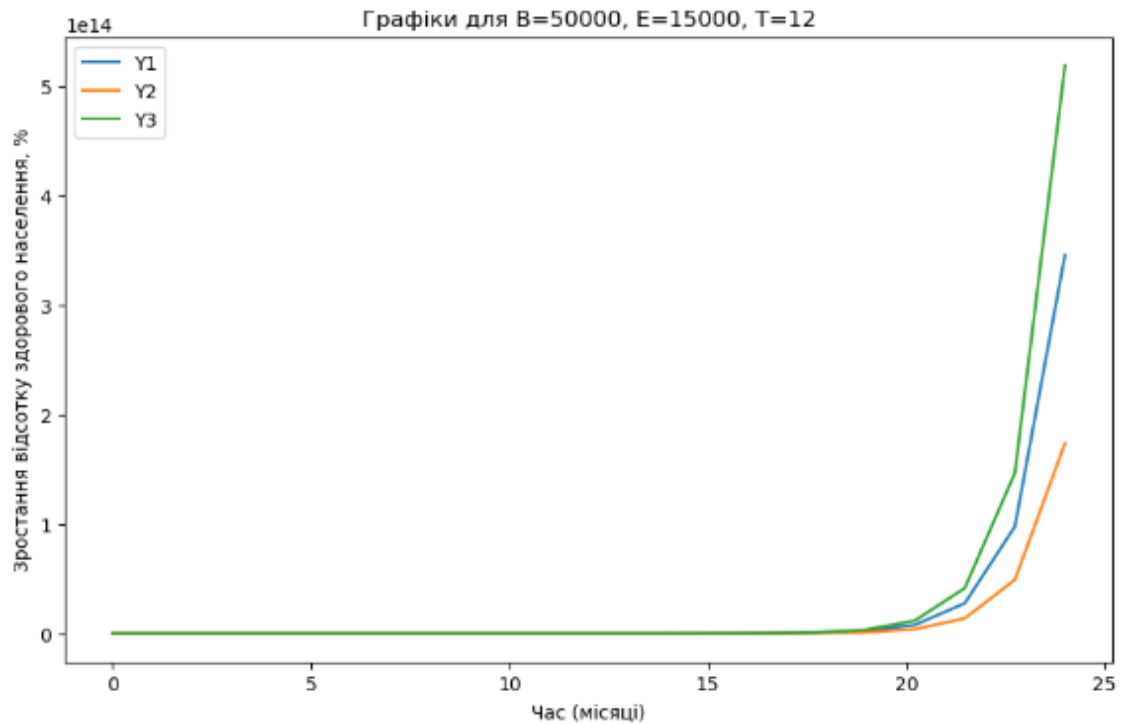
На підставі проведених досліджень встановлено, що запропонований метод диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад демонструє значну здатність до адаптації з адаптивністю $A(6) = 63$, що є хорошим показником для реагування на зміни. Окрім того, високий рівень точності $P = 0.0404$ свідчить про близькість бажаних результатів до реальних. Коефіцієнт гнучкості $F = 0.6$ вказує на високий рівень адаптації до змін масштабу та складності. Рівень інтеграції становить $I = 2.4$, що вказує на високу здатність методу інтегруватися з існуючими інформаційними системами управління проєктами. Показник $C = 2$ вказує на те, що запропонованим методом забезпечується ефективний аналіз і моделювання взаємозв'язків складових проєктів та проєктного середовища. Окрім того, значення $O = 5200$ вказує на те, що метод включає ефективні інструменти для досягнення оптимальних результатів. Рівень підтримки прийняття управлінських рішень $D = 85$ свідчить про високий рівень допомоги під час виконання управлінської діяльності.

Отримані результати підтверджують, що запропонований підхід до оцінення методу диференціально-символьного планування за заданих умов його використання, відповідає основним вимогам і є ефективним під час управління проектами медичної підтримки населення громад.

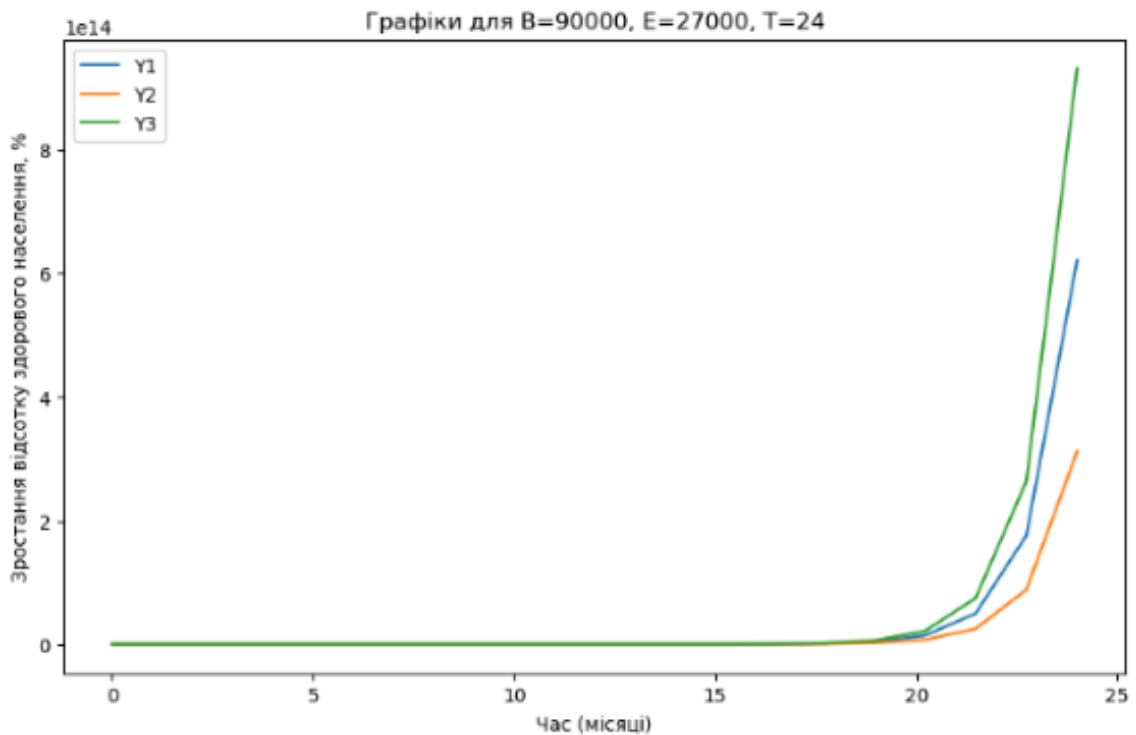
7.7. Результати планування медичних проєктів підтримки населення громад

На прикладі проєктів медичної підтримки населення громад апробовано розроблену комп'ютерну модель диференціально-символьного планування (п. 6.1). Початкові дані для оптимізації сценарію реалізації проєкту медичної підтримки населення громади представлено у таблиці 3.1 додатку 3. Обмеження задано із врахування виразу (4.15) у вигляді вектора як максимальні значення бюджету проєкту $B_{max} = 100000$ дол. США, наявних ресурсів $E_{max} = 30000$ дол. США (частина бюджету, призначена на проведення інформаційних кампаній, навчання та освітніх заходів, закупівлю необхідного обладнання та ресурсів для забезпечення успішної реалізації популяційних заходів у проєкті) та тривалості виконання проєкту $T_{max} = 24$ місяці.

На підставі проведених досліджень нами побудовано залежності обсягу зростання відсотку здорового населення ΔP , які взяли участь у просвітницьких заходах впродовж реалізації проєкту за різних конфігурацій (рис. 7.17). Встановлено, що незалежно від базового значення бюджету проєкту та наявних людських ресурсів, які призначено для впровадження заходів у громаді, відсоток здорового населення, яке взяло участь у просвітницьких заходах, починає збільшуватися лише після 18 місяців реалізації зазначених проєктів. У подальшому використовуючи розроблену комп'ютерну модель диференціально-символьного планування проєктів, що забезпечує математичне моделювання динаміки змін у стані здоров'я населення громади, виконано чисельне розв'язання диференціальних рівнянь за використання відкритої бібліотеки SciPy. Результати чисельного розв'язку диференціальних рівнянь представлено у таблиці 3.2 додатку 3.



а)



б)

Рисунок 7.17 – Залежності обсягу зростання відсотку здорового населення ΔP , які взяли участь у просвітницьких заходах впродовж реалізації проекту за конфігурації: а) ($B = 50000$ дол. США, $E = 15000$ дол. США, $T = 12$ місяців); б) ($B = 90000$ дол. США, $E = 27000$ дол. США, $T = 24$ місяці)

Нами виконано дослідження зміни впливу параметрів на результати моделі – на відсоток здорового населення у громаді (*initial_Y1*). Для цього побудували графіки чутливості для кожного із розглядуваних параметрів (*initial_Y1*, *initial_Y2*, *initial_Y3*, *initial_B*, *initial_E*, *initial_T*) (рис. 7.18).

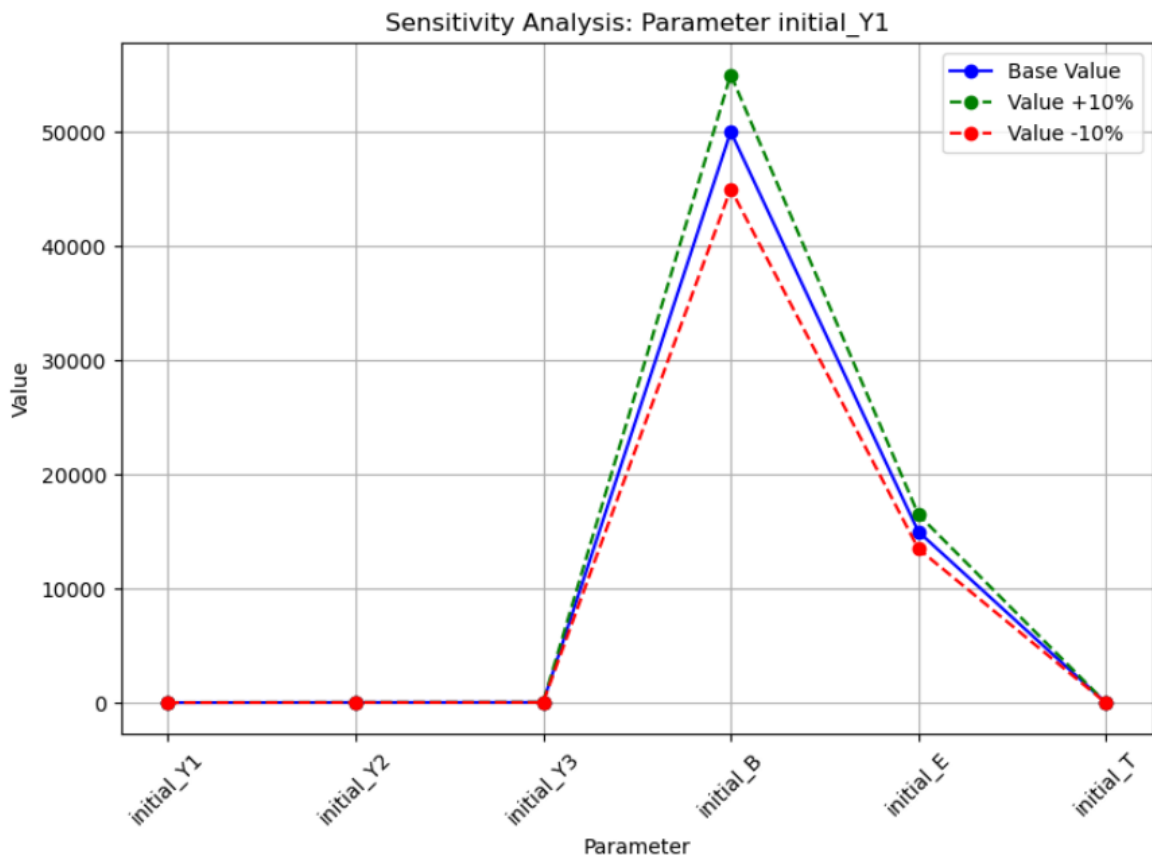


Рисунок 7.18 – Графіки чутливості кожного із розглядуваних параметрів відносно відсотку здорового населення у громаді

На цьому графіку представлений аналіз чутливості кожного із розглядуваних параметрів до параметра *initial_Y1*, який відповідає відсотку здорового населення, що бере участь у просвітницьких заходах. Криві на графіку показують зміни у значеннях моделей при збільшенні та зменшенні параметра *initial_Y1* на 10%. Синя лінія відображає базове значення параметра. Зелена лінія представляє значення параметра, збільшене на 10% від базового значення. Червона лінія показує значення параметра, зменшене на 10% від базового значення. Встановлено, що найбільший вплив на відсоток здорового населення, що бере участь у просвітницьких заходах *initial_Y1*, має початкове значення бюджету проєкту

initial_V та початкова кількість фінансових та людських ресурсів initial_E, які призначено для впровадження заходів у громаді. Вони мають найбільше відхилення між базовими значеннями та зміненими значеннями. Це свідчить про значущий їх вплив на параметр initial_Y1 результату моделі.

Створена модель дозволила нам ідентифікувати можливі сценарії (рис. 7.19) реалізації проєктів медичної підтримки населення громад, а також обирати оптимальний сценарій з-поміж множини альтернативних (табл. 3.3, додаток 3).

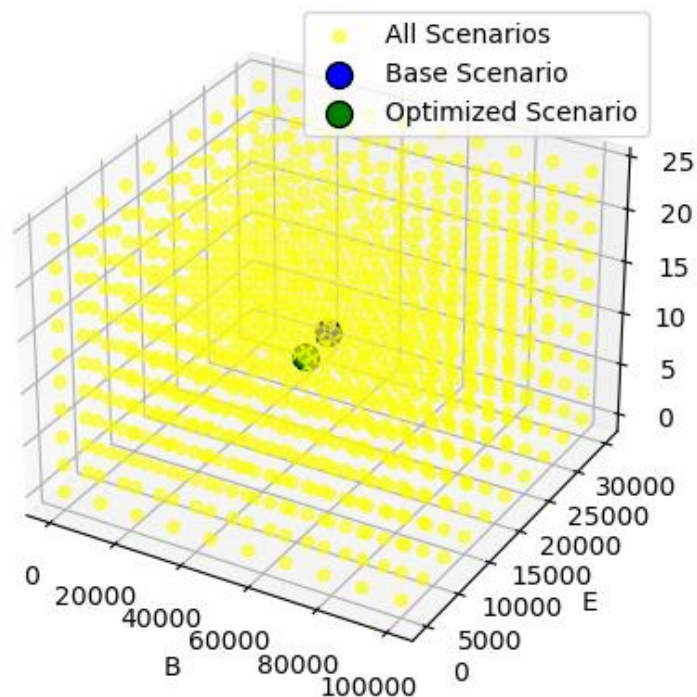


Рисунок 7.19 – Результати визначення оптимального сценарію реалізації проєкту медичної підтримки населення у громаді

Отримані результати оптимізації показують, що значення цільової функції (J), яка стосується мінімізації витрат коштів на реалізацію проєкту за максимального зростання відсотка здорового населення, припадають на сценарій, який передбачає такі оптимальні значення параметрів: 1) бюджет проєкту $B^{opt} = 45000$ дол. США; 2) частина бюджету проєкту, яка передбачена на закупівлю необхідного обладнання та ресурсів для забезпечення успішної реалізації популяційних заходів у проєкті $E^{opt} = 14250$ дол. США; 3) тривалість виконання проєкту після його ініціації $T^{opt} = 9.6$ місяців.

Отже, запропонований диференціально-символьний підхід, який реалізовано у представленому алгоритмі та комп'ютерній моделі, є достатньо простим та ефективним інструментарієм для проєктних менеджерів, що забезпечує точне планування проєктів медичної підтримки населення громад. Це підтверджено отриманими результатами на основі проведеного дослідження впливу складових проєктного середовища на вибір оптимального сценарію реалізації проєктів медичної підтримки населення громад.

Для подальших досліджень слід переглянути усі можливі обмеження, функцію об'єкта та внутрішні параметри оптимізації. Також можна змінити метод оптимізації, що забезпечить сформувані реальні обмеження та врахувати додаткові чинники для покращення стійкості оптимізації.

На основі розробленої комп'ютерної моделі диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад можна розробляти плани управління зазначеними проєктами. Кількісна оцінка ефективності моделі показала, що вона може бути ефективним інструментом для проєктних менеджерів. Модель дозволяє ефективно управляти конфігурацією проєктів та мінімізувати витрати коштів на реалізацію проєкту за максимального зростання відсотка здорового населення.

7.8. Результати оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад

На прикладі проєктів медичної підтримки населення громад апробовано розроблену комп'ютерну модель диференціально-символьного оцінення ризиків зазначених проєктів (див. п. 4.2). Початкові дані оцінення ризику проєктів медичної підтримки населення громади представлено у таблиці Й.1 (додаток Й). Прийнято, що початковий відсоток здорового населення становить 60%. Це значення свідчить про те, що 60% населення громади є здоровими на початку реалізації проєкту. Доступний бюджет проєкту медичної підтримки населення громади складає 1

мільйон гривень. Це є основний ресурс, який буде витрачений на реалізацію проєкту. Проєкт планується реалізувати протягом 24 місяців. Це визначає загальний час, протягом якого будуть реалізовуватися заходи для покращення здоров'я населення. Обраний крок часу для моделювання та оцінки проєкту становить 1 місяць. Це означає, що модель буде оновлюватися щомісяця.

У подальшому використовуючи розроблену комп'ютерну модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад, що забезпечує математичне моделювання динаміки змін у стані здоров'я населення громади, виконано чисельне розв'язання диференціальних рівнянь. Результати моделювання на підставі чисельного розв'язку диференціальних рівнянь представлено у таблиці Й.2 (додаток Й).

Нами виконано дослідження впливу терміну реалізації проєкту, тривалості його життєвого циклу на ризик. Для цього побудували залежності (рис. 7.20-7.22). Встановлено, що відсоток здорового населення поступово зростає за зростання тривалості проєкту медичної підтримки населення громад (рис. 7.20). Це свідчить про ефективність заходів, що реалізуються в рамках проєкту. Зростання відсотка здорового населення громади на 21.2% протягом 24 місяців реалізації проєкту демонструє позитивний вплив реалізованих заходів на покращення здоров'я населення.

Потрібний бюджет проєкту медичної підтримки населення громади зменшується з часом (рис. 7.21), що може бути результатом витрат на реалізацію заходів або меншого фінансування через досягнення поставлених цілей. Встановлено, що ризик зменшується протягом реалізації проєкту (рис. 7.22), що свідчить про успішне зменшення ризиків, пов'язаних із станом здоров'я населення. Зменшення ризику на 0.43 (або 53.75%) за 24 місяці є значним досягненням і підтверджує позитивний вплив реалізацію проєкту на здоров'я населення громади.

Вцілому реалізація проєкту медичної підтримки населення громади демонструє позитивні результати, оскільки відсоток здорового населення зростає, а ризик зменшується. Це свідчить про те, що реалізовані заходи мають значний вплив на покращення стану здоров'я населення.

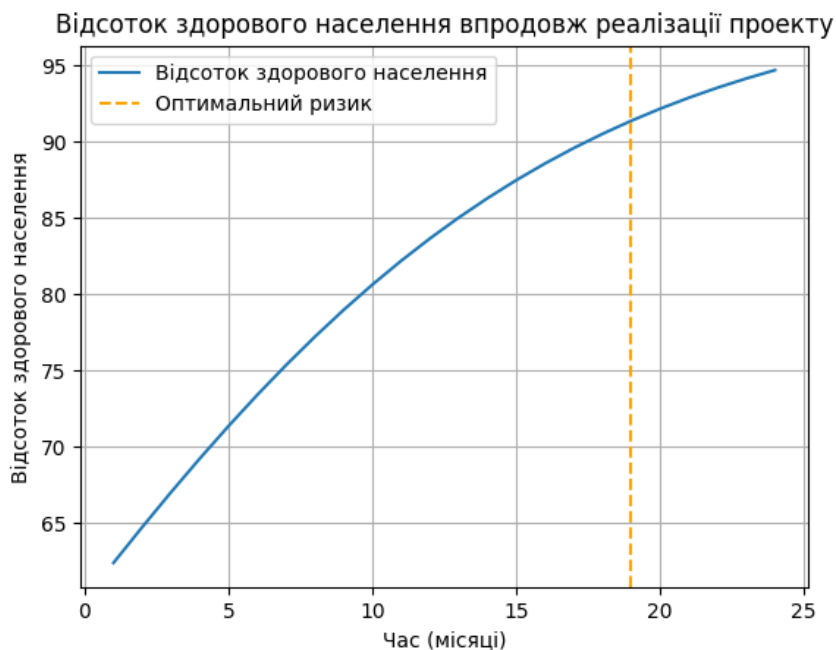


Рисунок 7.20 – Залежність відсотка здорового населення громади від тривалості реалізації проекту медичної підтримки населення громади

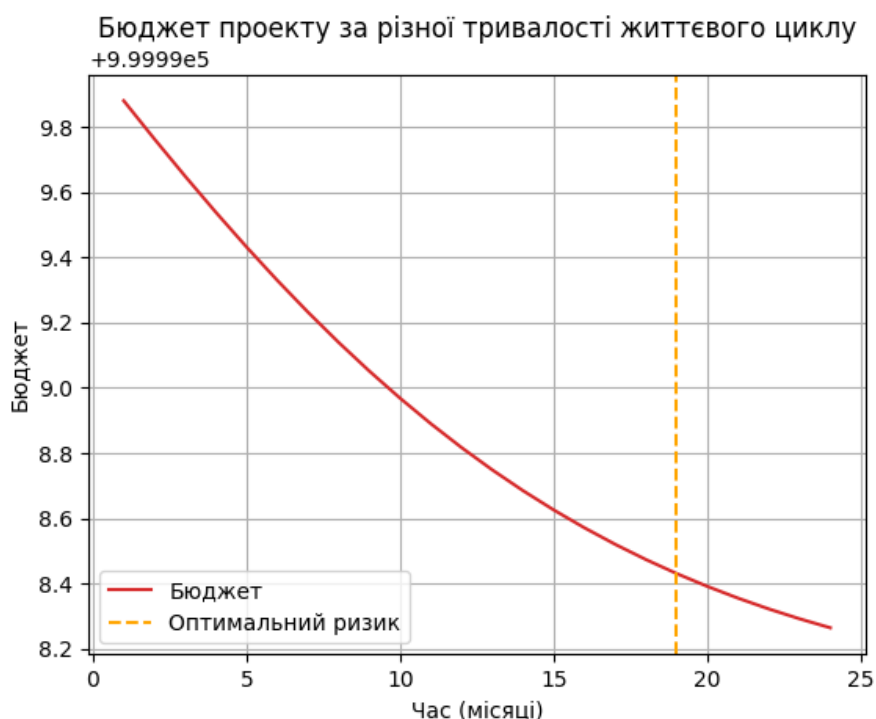


Рисунок 7.21 – Залежність зміни потреби у бюджеті проекту медичної підтримки населення громади від тривалості його реалізації

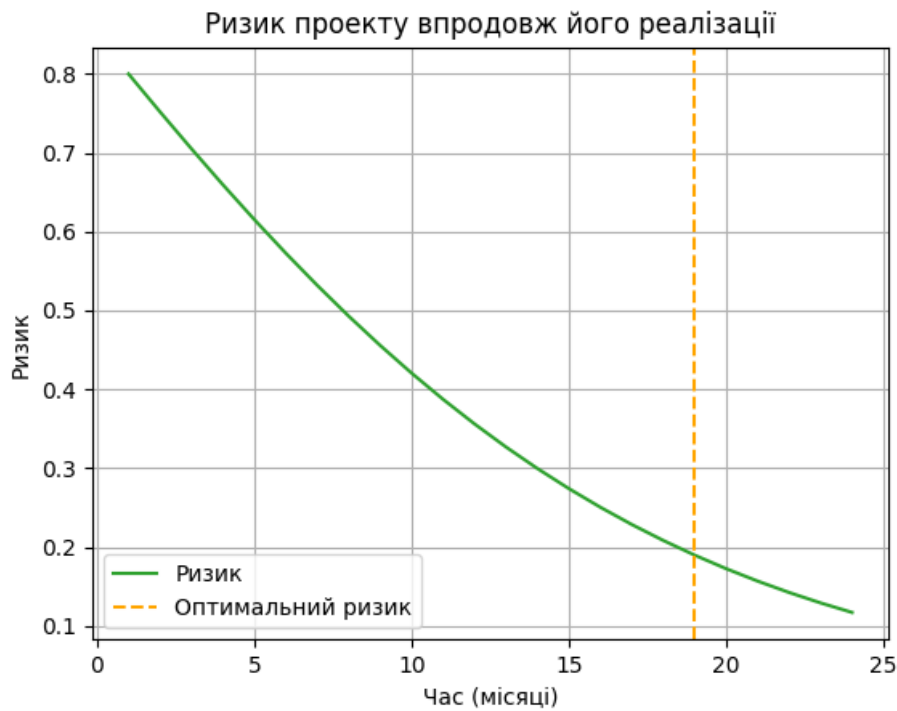


Рисунок 7.22 – Залежність ризику проекту медичної підтримки населення громади від тривалості його реалізації

Створена модель дозволила нам ідентифікувати можливі ризики (рис. 7.22) за різної тривалості та бюджету реалізації проєктів медичної підтримки населення громад, а також визначити оптимальний ризик з-поміж множини альтернативних варіантів реалізації проєкту (табл. 7.4).

Таблиця 7.4 – Результати оптимізації ризику під час реалізації проєкту медичної підтримки населення громади

Тривалість реалізації проєкту, місяців	Відсоток здорового населення, %	Бюджет проєкту, грн	Ризик
19	91.38	987000	0.20

Встановлено, що оптимальний ризик проєкту медичної підтримки населення громад знаходиться на рівні 0.20. При цьому проєкт потребує 16 місяців для реалізації, що підтверджує його високу ефективність у контролі та зменшенні ризиків. Це також показує ефективність управлінських заходів та економічну

вигоду від реалізації проєкту за запропонованим сценарієм із мінімально можливим ризиком та максимальними вигодами.

Отже, запропонований диференціально-символьний підхід, який реалізовано у представлених алгоритмах та комп'ютерних моделях, є достатньо простим та ефективним інструментарієм для проєктних менеджерів, що забезпечує точне планування проєктів медичної підтримки населення громад та оцінення ризику зазначених проєктів. Це підтверджено отриманими результатами на основі проведеного дослідження впливу складових проєктного середовища на вибір оптимального сценарію реалізації проєктів медичної підтримки населення громад та кількісне значення ризиків цих проєктів. Для подальших досліджень слід переглянути усі можливі обмеження, функцію об'єкта та внутрішні параметри оптимізації. Також можна змінити метод оптимізації, що забезпечить сформулювати реальні обмеження та врахувати додаткові чинники для покращення стійкості оптимізації.

На основі комп'ютерних моделей диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад та оцінення ризиків можна розробляти плани управління зазначеними проєктами. Кількісна оцінка ефективності моделей показала, що вона може бути ефективним інструментом для проєктних менеджерів. Моделі дозволяють ефективно управляти конфігурацією та ризиками проєктів та мінімізувати витрати коштів їх на реалізацію за максимального зростання відсотка здорового населення.

7.9. Результати перевірки на адекватність та використання системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів

На підставі запропонованої системи підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів (п. 6.6), що базується на моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів із використанням диференціальних рівнянь (п. 4.4), яка дозволяє враховувати як використання

ресурсів та розподіл їх між проектами, виконано синергетичне оцінення портфеля медичних проєктів у заданому мінливому проєктному середовищі. Для заданих початкових даних із характеристиками проєктного середовища, рівняння (4.43) має аналітичний розв'язок, результати якого можна використовувати для порівняння з результатами, що отриманими завдяки використанню комп'ютерної програми. Її протестовано на наборах даних, для яких відомо аналітичне розв'язання рівняння. Для кожного з наборів даних результати програми (значення ступеня завершення проєкту $P(x,t)$) порівняно з аналітичним розв'язком (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – Результати перевірки на адекватність системи підтримки прийняття рішень, що реалізує модель синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння (дані за 2021 рік)

Назва проєкту	Тривалість, t , міс.	Ступінь завершення проєкту		Похибка, ΔP , %
		$P_{\text{num}}(x,t)$, %	$P_{\text{an}}(x,t)$, %	
Лікарня А	3	35.2	34.8	1.15
Лікарня А	6	57.3	56.9	0.70
Лікарня А	9	76.4	75.8	0.79
Поліклініка Б	3	42.1	41.6	1.20
Поліклініка Б	6	63.5	62.9	0.95
Поліклініка Б	9	82.8	81.9	1.10
Діагностичний центр	3	29.7	29.3	1.37
Діагностичний центр	6	49.8	49.1	1.43
Діагностичний центр	9	67.4	66.5	1.35
Операційний центр	3	33.4	32.7	2.14
Операційний центр	6	55.6	54.8	1.46
Операційний центр	9	73.5	72.3	1.66
Реабілітаційний центр	3	21.7	21.3	1.88
Реабілітаційний центр	6	41.5	40.9	1.47
Реабілітаційний центр	9	58.2	57.3	1.57

Окрім того використовували формулу для розрахунку похибки:

$$\Delta P = \frac{|P_{\text{num}}(x,t) - P_{\text{an}}(x,t)|}{P_{\text{an}}(x,t)} \times 100\%. \quad (7.8)$$

Перевірка адекватності комп'ютерної програми, розробленої на основі телеграфного рівняння, показала, що створений інструмент для підтримки прийняття рішень дає точні результати під час вирішення завдань управління портфелем медичних проєктів. Похибка між чисельними та аналітичними рішеннями не перевищувала 5%, що відповідає вимогам для таких моделей. Різниця між числовими та аналітичними розв'язками не перевищувала 5%, що відповідає прийнятним вимогам для подібних моделей.

У таблиці 7.6 ступінь завершення проєкту $P(x, t)$ представлено у % від його початку до моменту часу t . Наприклад, для проєкту «Лікарня А» $P(x, t) = 40\%$, що свідчить про реалізованість зазначеного проєкту на 40% від заданих цілей. Бюджет $B(x)$ проєкту характеризує обсяг фінансування, що виділено на проєкт. Ресурси $R(x)$ відображають частку доступних матеріальних і людських ресурсів, які використовуються для реалізації проєкту. Наприклад, для проєкту «Лікарня А» $R(x) = 80\%$, що свідчить про наявність доступних ресурсів лише на 80%. Ризики $\rho(x, t)$ характеризують кількісне значення ризиків, що можуть впливати на успішність реалізації медичного проєкту. Цей показник подається як відсоток, де 100% означає максимальні ризики.

Таблиця 7.6 – Початкові дані для синергетичного управління портфелем медичних проєктів (дані за 2021 рік)

№	Проєкт	Ступінь завершення $P(x, t)$, %	Бюджет $B(x)$, млн.грн	Ресурси $R(x)$, %	Ризики $\rho(x, t)$, %
1	Лікарня А	40	50	80	30
2	Поліклініка Б	60	30	70	25
3	Діагностичний центр	30	70	60	40
4	Операційний центр	50	40	75	35
5	Реабілітаційний центр	20	60	65	50

Для використання розробленої системи підтримки прийняття рішень на основі моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів задано показники для кожного з проєктів, що представлені у таблиці 7.6.

На підставі початкових даних (табл. 7.6) та із використанням розробленої системи підтримки прийняття рішень, що реалізує модель синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі телеграфного рівняння, виконано моделювання та прогнозування результатів реалізації медичних проєктів, враховуючи синергетичні взаємодії та їхній вплив на загальний стан портфелю медичних проєктів (рис. 7.23).

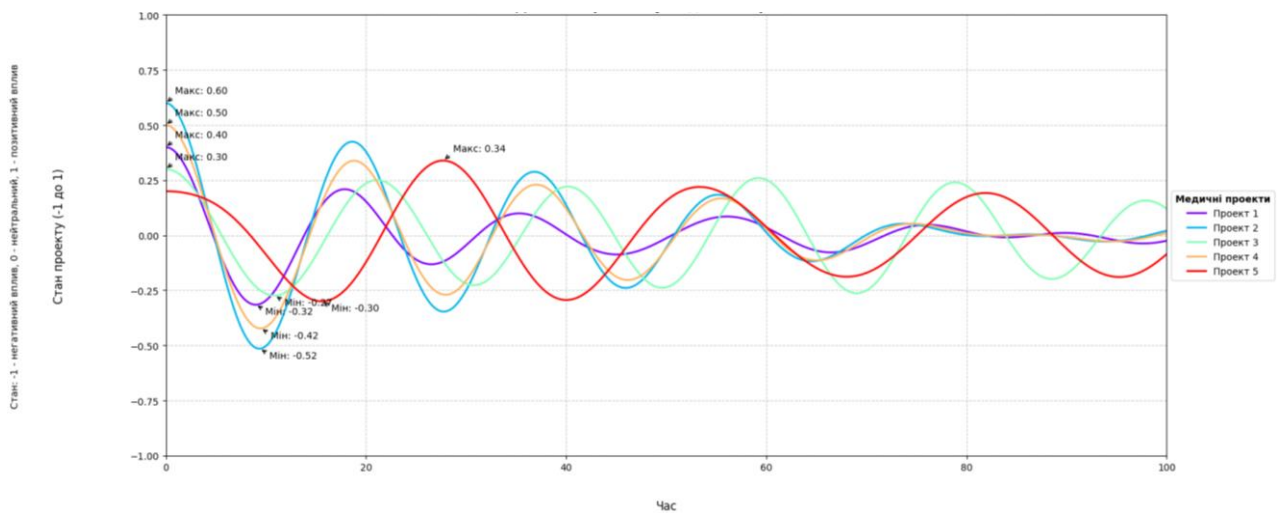


Рисунок 7.23 – Тенденції зміни стану медичних проєктів включених у портфель розвитку госпітального округу (дані за 2021 рік)

На рисунку 7.23 представлені тенденції зміни стану медичних проєктів, включених у портфель розвитку госпітального округу, у часі від впливу чинників проєктного середовища. При цьому на осі ординат відображено стан медичних проєктів (-1 означає негативний вплив (через затримки, недостатності ресурсів та високих ризиків), 0 – нейтральний стан (відсутність суттєвих позитивних чи негативних змін), $+1$ – позитивний вплив (ефективна реалізація, покращення використання ресурсів, зменшення ризиків)).

Під час початку моніторингу портфеля розвитку госпітального округу усі його проєкти перебувають у позитивній зоні із максимальним значенням їх позитивного стану, окрім проєкту 5 «Реабілітаційний центр». Цей проєкт набуває

максимального значення стану $+0,34$ орієнтовно через місяць від початку моніторингу. Водночас, через негативний вплив чинників зовнішнього проектного середовища усі проекти переходять у негативну зону. Найбільшого негативного значення стану набуває проект 2 «Поліклініка Б» із показником $-0,52$, що вказує на дефіцит ресурсів або ж проблеми із фінансуванням. Більшість із проектів (проект 1, проект 2, проект 4) уже після двох місяців реалізації завдяки правильним управлінським рішенням навіть з початковими труднощами, демонструють позитивну динаміку реалізації, що підтверджує ефективність синергетичного управління портфелем проектів.

У роботі було виконано кількісну оцінку синергетичних ефектів від системного управління медичними проектами включеними у портфель розвитку госпітального округу (рис. 7.24).

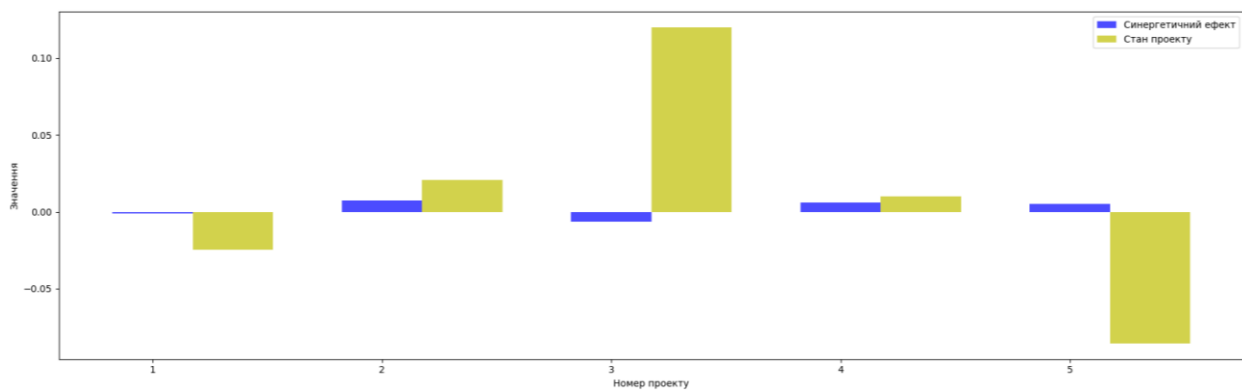


Рисунок 7.24 – Гістограма стану та синергетичних ефектів медичних проектів включених у портфель розвитку госпітального округу (дані за 2021 рік)

Також, було виконано аналіз отриманих результатів (рис. 7.24) щодо стану та синергетичних ефектів медичних проектів, включених у портфель розвитку госпітального округу. Встановлено, що проекти 1 та 5 мають негативний вплив ($-0,025$ та $-0,08$) на портфель. Це вказує на наявні проблеми в управлінні або реалізацією цих проектів. Цей стан зумовлено дефіцитом ресурсів, бюджетними обмеженнями або високим рівнем ризиків. Водночас проекти 2, 3 та 4 мають позитивний вплив ($+0,025$, $+0,12$ та $+0,015$) на портфель. Синергетичний ефект відображає, наскільки один проект впливає на інші під час системної їх реалізації у

портфелі. Встановлено, що проєкт 1 має нульовий синергетичний ефект, що не сприяє покращенню стану інших проєктів. Проте, вплив на інші проєкти є значним. Зокрема на проєкт 2 – 0.68, проєкт 3 – 0.24, проєкт 4 – 0.78, проєкт 5 – 0.71. Проєктним менеджерам слід переглянути підхід до управління проєктом 1. Він негативно впливає на власний стан, його вплив на інші проєкти є важливим, але він потребує додаткових ресурсів або управлінських втручань. Проєкт 2 має синергетичний ефект +0.01, що свідчить про незначний позитивний вплив на інші проєкти. Водночас його вплив на інші проєкти також є значний. Зокрема на проєкт 1 – 0.91, проєкт 3 – 0.84, проєкт 4 – 0.78, проєкт 5 – 0.13. При цьому спостерігається найбільший вплив проєкту 2 на проєкт 1, що допомагає у покращенні його стану. Також слід збільшити підтримку з боку інших проєктів. Проєкт 3 має незначний синергетичний ефект, що становить -0.01 і це вказує на незначний негативний вплив, однак він має вплив на інші проєкти. Зокрема на проєкт 1 – 0.83, проєкт 2 – 0.38, проєкт 4 – 0.09, проєкт 5 – 0.63. Проєкт 3 потребує додаткових зусиль для усунення негативних ефектів, що впливають на його стан і потенційно заважає іншим проєктам.

Проєктним менеджерам особливу увагу слід звернути на управління ресурсами. Проєкт 4 має позитивний синергетичний ефект +0.01 та позитивний вплив на інші проєкти. Зокрема на проєкт 1 – 0.63, проєкт 2 – 0.88, проєкт 3 – 0.77, проєкт 5 – 0.39. Проєкт 4 є стабільним і сприяє розвитку інших проєктів, зокрема проєкту 2. Рекомендується продовжувати активну його підтримку. Проєкт 5 незважаючи на негативний стан -0.8 , має позитивний синергетичний ефект +0.01. Однак вплив на інші проєкти є значним. Зокрема на проєкт 1 – 0.94, проєкт 2 – 0.79, проєкт 3 – 0.42, проєкт 4 – 0.67. Проєкт 5 має великий потенціал для відновлення, якщо буде підтримка від інших проєктів. Спостерігається значний його вплив на проєкт 1, тому варто посилити координацію між цими двома проєктами.

Вцілому проєктні менеджери мають звернути увагу на проєкт 5, що потребує негайного втручання для подолання негативних чинників проєктного середовища, зважаючи на його сильний вплив на інші проєкти. Проєкти 2 і 4 демонструють стабільний позитивний розвиток і можуть слугувати моделями для впровадження

управлінських рішень у інших проєктах. Також слід звернути увагу на проєкт 1, який, попри поганий стан, має значний вплив на інші проєкти. Використання додаткових ресурсів і покращення управління забезпечить позитивний ефект на весь портфель. Важливо посилити координацію між проєктами, оскільки синергетичні ефекти сприяють загальному успіху портфеля.

У результаті аналізу отриманих результатів та показників взаємного впливу медичних проєктів у портфелі розвитку госпітальних округів було обґрунтовано рекомендації для проєктних менеджерів, які подано у таблиці 7.7.

Таблиця 7.7 – Рекомендації для проєктних менеджерів щодо синергетичного управління портфелями медичних проєктів розвитку госпітальних округів

Рекомендації	Проєкт 1	Проєкт 2	Проєкт 3	Проєкт 4	Проєкт 5
Управління взаємозв'язками між проєктами	Взаємодія з проєктами 2, 4, 5	Взаємодія з проєктами 1, 3, 4	Взаємодія з проєктами 1, 5	Взаємодія з проєктами 1, 2, 3	Взаємодія з проєктами 1, 2, 4
Пріоритетизація ресурсів	–	Важлива	–	Важлива	Важлива
Гнучкість планування	Так	Так	Так	Так	Так
Контроль і моніторинг ризиків	Так	Так	Так	Так	Так
Терміни реалізації	Пришвидшити	Пришвидшити	Пришвидшити	Пришвидшити	Пришвидшити

Виконано аналіз наданих рекомендацій для проєктних менеджерів, які управляють портфелями медичних проєктів. Важливими є взаємозв'язки між медичними проєктами, що впливають один на одного і їх можна оцінити синергетичними ефектами. Найбільш впливовими є проєкти 1, 2 і 4, які мають сильний взаємний вплив. Це означає, що координація дій між цими проєктами є базовою для успішного завершення портфеля портфелями медичних проєктів розвитку госпітальних округів.

Наприклад, посилення взаємодії між проектами 1 і 4 покращує ефективність портфеля. Найбільшу увагу слід приділити проектам 2, 4 та 5, оскільки їм не вистачає ресурсів. Це може знизити їх ефективність і підвищити ризики, тому рекомендується збільшити фінансування або перерозподілити наявні ресурси. Важливо проектним менеджерам постійно переглядати плани всіх медичних проектів, оскільки динаміка змін впливає на ефективність їх реалізації. Слід впровадити механізм регулярної адаптації стратегій відповідно до актуальних даних і результатів моніторингу проектного середовища. Для всіх медичних проектів потрібний постійний моніторинг ризиків. Особливо важливо контролювати ризики у проектах з високим негативним впливом (наприклад, проект 5) для своєчасного реагування на них. Для всіх проектів варто розглянути можливість пришвидшення їх реалізації задля зниження ризиків та підвищення позитивного синергетичного впливу.

Проектним менеджерам рекомендується зосередитися на підвищенні взаємодії між базовими проектами, які мають сильний синергетичний вплив один на одного. Це допоможе підвищити загальний успіх портфеля. Крім того, важливо забезпечити достатню кількість ресурсів для найбільш проблемних проектів та продовжувати гнучко планувати і контролювати ризики для уникнення потенційних загроз.

Таким чином, запропонована модель синергетичного управління портфелем медичних проектів на основі телеграфного рівняння та на її основі розроблена комп'ютерна програма дозволяють ефективно оцінювати стан кожного проекту в портфелі, враховуючи як індивідуальні характеристики, так і взаємний вплив між проектами. Цей інструментарій дозволяє виявляти негативні тенденції на ранніх етапах змін проектного середовища, що дає можливість аналізувати синергетичні ефекти, що виникають у процесі взаємодії між проектами, а також обґрунтовувати рекомендації щодо підвищення ефективності управління зазначеними проектами.

Тестування моделі показало, що синергетичні ефекти відіграють важливу роль у стабілізації чи погіршенні стану окремих проектів, що підкреслює доцільність використання синергетичного підходу до управління портфелями

таких проєктів. Використання телеграфного рівняння забезпечує точний опис динаміки проєктів, дозволяючи відстежувати тенденції їх розвитку в часі.

Середня похибка результатів тестування комп'ютерної програми, яка не перевищує 5%, підтверджує адекватність та точність чисельних рішень виконаних нею, що є прийнятним для використання проєктними менеджерами у практичних цілях. Рекомендації, отримані на основі моделі використовуються проєктними менеджерами для підвищення ефективності реалізації проєктів, оптимізації розподілу ресурсів та зменшення ризиків. Впровадження цієї моделі в реальні умови дозволить більш гнучко та ефективно управляти розвитком госпітальних округів та їх медичних закладів, покращувати якість надання медичних послуг, а також сприяти раціональному використанню обмежених фінансових і людських ресурсів у межах госпітального округу.

Висновки до розділу 7

1. На підставі розроблених адаптивно-ціннісного підходу та концептуальній моделі управління портфелями проєктів створення госпітальних округів виконано оцінку існуючого стану створення госпітальних округів. Встановлено, що в Україні окремі регіони мають високі значення показників питомої чисельності населення та площі території, що припадає на один госпітальний округ, частина сільських громад залишається медично незахищеною. Це свідчить про те, що реформування системи охорони здоров'я в Україні відбувається з багатьма помилками, які зумовлено обраним підходом до управління, що зумовлює доцільність використання запропонованого адаптивного управління вартістю портфелів проєктів створення госпітальних округів в Україні та дозволить системно здійснювати управлінські процеси на основі розробленої концептуальної моделі.

2. Використання розробленої системи підтримки прийняття рішень, яка забезпечує виконання процесів оцінення тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей, дало можливість встановити залежності зміни цієї тривалості від чинників проєктного середовища, що знаходиться у межах 8...37

днів і зростає за зростання віку та ваги пацієнтів. Отримані залежності лежать в основі прийняття управлінських рішень щодо прогнозованої тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від віку пацієнтів та їх ваги.

3. У результаті використання запропонованої системи підтримки прийняття рішень виконано визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону для заданих умов проєктного середовища. Встановлено, що за використання розробленого інструментарію проєктні менеджери мають можливість отримати інформацію, яка дає можливість зосередитися на пріоритетних проєктах для швидкого отримання вигоди для стейкхолдерів, а також на основі цієї інформації прийняти управлінські рішення щодо доцільності пошуку і залучення додаткових джерел фінансування, що лежить в основі підвищення ефективності використання наявних ресурсів, а отримані рекомендації допомагають проєктним менеджерам ефективно управляти проєктами, забезпечуючи максимальну вигоду для стейкхолдерів регіону за оптимальних витрат ресурсів.

4. Виконані дослідження впливу складових проєктного середовища на оптимізацію портфеля проєктів розвитку госпітальних округів із використанням запропонованої системи підтримки прийняття рішень дали можливість встановити залежності, які наочно відображають взаємозв'язки між ключовими показниками (бюджет, вартість портфеля, кількість проєктів) та оптимальним інтегрованим показником цінності портфелів проєктів розвитку госпітальних округів, що вказує їх важливість та доцільність використання під час прийняття стратегічних та оперативних управлінських рішень щодо реалізації портфелів проєктів розвитку госпітальних округів.

5. На підставі отриманих результатів можна стверджувати, що запропонована інтелектуальна інформаційна система, що базується на нейромережевій моделі прямого зв'язку, є важливим інструментарієм для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей, так як вона забезпечує високу точність прогнозу, здатність навчатися на великих наборах даних та відносно є простою у використанні, що сприяє

проектним менеджерам забезпечувати точність прогнозування та покращення якості медичного обслуговування.

6. У результаті проведених досліджень встановлено, що запропонований метод диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад демонструє значну здатність до адаптації із показником адаптивності $A(6) = 63$, має високий рівень точності $P = 0.0404$, що свідчить про близькість бажаних результатів до реальних. На підставі отриманих кількісних значень коефіцієнта гнучкості $F = 0.6$ та рівня інтеграції $I = 2.4$ встановлено, що запропонований метод включає ефективні інструменти для досягнення оптимальних результатів та є точним під час управління проєктами медичної підтримки населення громад.

7. На основі комп'ютерних моделей диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад та оцінення ризиків можна розробляти плани управління зазначеними проєктами. Кількісна оцінка ефективності моделей показала, що вони є ефективним інструментом для проєктних менеджерів. Моделі дозволяють ефективно управляти конфігурацією та ризиками проєктів та мінімізувати витрати коштів їх на реалізацію за максимального зростання відсотка здорового населення.

8. У результаті проведених досліджень встановлено, що запропонована система підтримки прийняття рішень для синергетичного управління портфелем медичних проєктів дає можливість кількісно визначити синергетичні ефекти, які відіграють важливу роль у оціненні стану окремих проєктів, що підкреслює доцільність використання синергетичного підходу до управління портфелями таких проєктів, а використання телеграфного рівняння забезпечує точний опис динаміки проєктів, дозволяючи відстежувати тенденції їх розвитку в часі. Встановлено, що середня похибка результатів тестування система підтримки прийняття рішень не перевищує 5%, що підтверджує адекватність та точність чисельних рішень виконаних із її використанням, що є прийнятним для використання проєктними менеджерами у практичних цілях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У дисертації на основі проведених досліджень здійснено теоретичне узагальнення та вирішено важливу науково-прикладну проблему підвищення ефективності управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах через розробку підходів, моделей, методів та засобів, що складають методологію адаптивно-ціннісного управління цими проектами.

Основні отримані наукові та практичні результати дисертації полягають у наступному:

1. Проведений аналіз стану проблеми в предметній області, а також у науці та практиці управління проектами та портфелями проектів показав, що новостворені госпітальні округи функціонують недостатньо ефективно через використання недостатньо точного інструментарію для управління реалізацією проектів розвитку медичних закладів та відсутність дієвої методології адаптивно-ціннісного управління цими проектами.

2. Запропонована методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальному окрузі базується на адаптивно-ціннісному підході до управління цими проектами, який використовує обґрунтовані принципи та управлінські процеси, та диференціально-символьному підході до управління проектами ФРГО, який базується на використанні диференціальних рівнянь та символьних обчислень для моделювання і аналізу складних динамічних систем, що забезпечують гнучкість та адаптацію до мінливого проектного середовища, орієнтацію на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективний розподіл ресурсів із врахуванням наявних ризиків.

3. Розроблені та удосконалені моделі та методи адаптивно-ціннісного управління портфелями проектів створення та розвитку госпітальних округів, базуються на обґрунтованих семи принципах, які забезпечують гнучкість та адаптацію до мінливого проектного середовища, орієнтацію на цінність для стейкхолдерів та оптимізацію ресурсів із врахуванням ризиків, які на відміну від

існуючих, використовують методи обчислювального інтелекту, що дають можливість на історичних даних виявляти складні залежності між різними складовими медичних проєктів та на їх основі адаптувати дії до мінливого проєктного середовища госпітальних округів.

4. Розроблені моделі та методи диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів госпітальних округів, які базуються на використанні диференціальних рівнянь та символьних обчислень для моделювання і аналізу складних динамічних систем, забезпечують точний аналіз і прогнозування динаміки реалізації складових зазначених проєктів, а також дають можливість ефективно розподіляти ресурси та мінімізувати ризики, що підвищує ефективність управління, точність та якість прийняття управлінських рішень.

5. Запропоновані засоби адаптивно-ціннісного та диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів, які включають алгоритми та системи підтримки прийняття рішень, базуються на обґрунтованих методах і моделях, враховують особливості зазначених проєктів та їх мінливого проєктного середовища, що дозволяє проєктним менеджерам та керівникам госпітальних округів приймати обґрунтовані управлінські рішення забезпечуючи раціональний розподіл ресурсів та досягнення стратегічних цілей розвитку медичних закладів, а також пришвидшення та підвищення точності виконання управлінських операцій.

6. На основі розроблених моделей, методів та засобів адаптивно-ціннісного управління проєктами розвитку медичних закладів у госпітальному окрузі виконано оцінку існуючого стану створення Львівського госпітального округу, обґрунтовано тенденції зміни складових медичних проєктів у мінливому проєктному середовищі, а також здійснено відстеження зазначених тенденції у часі, що наочно відображає взаємозв'язки між ключовими показниками цінності проєктів розвитку медичних закладів, а також підтверджує важливість та доцільність використання цього інструментарію під час прийняття стратегічних та

оперативних управлінських рішень щодо реалізації проєктів розвитку госпітальних округів.

7. Результати проведених досліджень знайшли застосування в рекомендаціях щодо адаптивно-ціннісного управління проєктами розвитку медичних закладів на території Львівського, Тернопільського та Івано-Франківського госпітальних округів, що підтверджується актами впровадження у практичну діяльність, а також у рекомендаціях для здобувачів Львівського національного університету природокористування, Львівського державного університету безпеки життєдіяльності та Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького. Встановлено, що запропоновані рекомендації сприяють покращенню якості управлінських рішень та підвищенню цінності від реалізації проєктів розвитку медичних закладів у госпітальному окрузі на 12–36 %, що підтверджує ефективність запропонованої методології адаптивно-ціннісного управління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азарова І. Б. Ціннісно-орієнтований підхід в управлінні інвестиційно будівельними проєктами житлового будівництва : дис. ... кан. тех. наук : 05.13.22. Харків, 2016. 145 с.
2. Бушуев С. Д., Харитонов Д. А. Ценностный подход в управлении развитием сложных систем. *Управління розвитком складних систем*: зб. наук. праць КНУБА. К., 2010. Вип. 1. С. 10–15.
3. Бушуев С. Д., Бушуева Н. С., Бабаев И. А., Яковенко В. Б., Гриша Е. В., Дзюба С. В., Войтенко А. С. *Креативные технологии управления проектами и программами*: монографія. К.: Саммит-Книга, 2010. 768 с.
4. Бушуев С., Бушуев Д., Бушуева Н., Бушуева В., Тихонов Ю. Розробка стратегічного управління проєктами під впливом штучного інтелекту. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: *Стратегічне управління, управління портфелем, програмами та проєктами*. 2024. № 1(8). С. 3–7.
5. Бушуев С., Бушуева Н., Бушуев Д. та Бушуева В. Интеллектуальная архитектура управления проектами. *Спільне створення цінностей у проєктному суспільстві*. 2022. doi: <https://doi.org/10.56889/uxoz1111>
6. Бушуев С., Івко А. Аналіз аспектів впровадження синкретичної методології управління проєктами в проєктну діяльність самокерованих організацій. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2024. 29. С. 168–178.
7. Бушуев С. Д., Андрієвська В. О., Онищенко С. П. Оцінка та балансування цінності продуктів штучного інтелекту в цифрову епоху. *Бізнес Інформ*, 2023. С. 424–430.
8. Бушуев С. Д., Пілюхіна К. В., Джахид Б. Формування ціннісно-орієнтованого лідерства в менеджменті проєктів ядерної безпеки. *Управління розвитком складних систем*. 2023. (55). С. 6–11.

9. Бушуєва Н., Бушуєв С., Бушуєв Д., Бушуєва В. Надихаюча інтуїція і креатив в управлінні інноваційними проектами. *Управління розвитком складних систем*, 2022. (49). С. 12–18.

10. Висновок на проєкт Закону України «Про Стратегію сталого розвитку України до 2030 року» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/view/ХН6УF00А?an=3>

11. Галай В.О. Стратегія реформування системи охорони здоров'я в Україні. *Електронне видання «Аналітично-порівняльне правознавство»*, 2022. № 6. С. 189–194.

12. Гуржий П. Управління якістю медичних послуг закладів охорони здоров'я. *Підприємництво та інновації*, 2024. 33. С. 95–99.

13. Данченко О. Б. Огляд сучасних методологій управління ризиками в проєктах. *Управління проєктами та розвиток виробництва*, 2014. № 1(49). С. 16–25.

14. Данченко О. Б., Лепський В. В. Сучасні моделі та методи управління проєктами, портфелями проєктів та програмами. *Управління проєктами та розвиток виробництва*, 2017. №29. С. 46–54.

15. Данченко О. Б., Ленський В. В. Моделі стратегічного менеджменту медичних проєктів проєктно-орієнтованого медичного закладу. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. 2018. 2. 1278. С. 45–52.

16. Данченко О. Б., Лепський В. В. Принципи стратегічного управління проєктами, програмами та портфелями медичного закладу. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2017. 22. С. 53–58.

17. Деренська Я. М. Аспекти впровадження проєктно-орієнтованого управління в діяльність закладів охорони здоров'я. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*. 2022. 21. С. 42–47.

18. Джерела фінансування закладів охорони здоров'я в умовах війни. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://medconstructor.org/analytics/dzherela-finansuvannya-zakladiv-oxoroni-zdorovya-v-umovax-vijni/>

19. Дружинин Е. А. Методологические основы риск-ориентированного подхода к управлению ресурсами проектов и программ развития техники: Дис. д-ра техн. наук: 05.13.22. Национальный аэрокосмический ун-т им. Н.Е.Жуковского «Харьковский авиационный ин-т». Х., 2006. 404 с.

20. ДСТУ ISO 10006:2018 Управління якістю. Настанови щодо управління якістю в проектах (ISO 10006:2017, IDT). [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81207

21. Дурняк Б. В., Сікора Л. С., Антоник М. С., Ткачук Р. Л. Когнітивні моделі формування стратегій оперативного управління інтегрованими ієрархічними структурами в умовах ризиків і конфліктів: Монографія. Львів: Українська академія друкарства, 2013. 449 с.

22. Зачко О., Матківська Н. Цифровізація HR-процесів у підрозділах цивільного захисту. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2023. 28. С. 24–29.

23. Зачко О. Б. Інтелектуальне моделювання параметрів продукту інфраструктурного проекту (на прикладі аеропорту «Львів»). Інтелектуальне моделювання параметрів продукту інфраструктурного проекту (на прикладі аеропорту «Львів»). *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. 10 (61). С. 92–94.

24. Зачко О. Б. Методологічний базис безпеко-орієнтованого управління проектами розвитку складних систем. *Управління розвитком складних систем*. К. : КНУБА, 2015. Вип. 23 (1). С.51–55.

25. Зачко О. Б., Кобилкін Д. С., Ковальчук О. І. Моделі формування проектних команд в безпечно-орієнтованій системі. *Науковий журнал. Сучасний стан наукових досліджень та технології в промисловості*. 2019. 4 (10). С. 85–91.

26. Зачко О. Б. Безпекологічні засади управління інформаційними системами та проектами у цивільному захисті. *Монографія*. Львів : вид-во ЛДУ БЖД, 2019. 325 с.

27. Зачко О. Б. Інтелектуальне моделювання параметрів продукту інфраструктурного проєкту (на прикладі аеропорту «Львів»). *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. № 1/10 (61). С. 92–94.

28. Зінченко О. А., Пономаренко Л. Р. Особливості проєктного менеджменту в закладах охорони здоров'я. *Інфраструктура ринку*. 2018. № 18. С. 123–126.

29. Кобилкін Д., Павук І. Моделювання процесів тактичного управління ризиками в інфраструктурних проєктах, програмах та портфелях проєктів. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2023. 28. С.14–23.

30. Ковалишин В. В., Оношко І. А. Аналіз методології оцінювання пожежних ризиків. *Пожежна безпека*. 2022. 41. С. 94–102.

31. Ковальчук О. І., Зачко О. Б., Кобилкін Д. С. Метод експертного оцінювання кандидатів у проєктні команди безпеко-орієнтованих систем. *Управління розвитком складних систем*. 2023. 55. С. 55–60.

32. Кононенко І. В., Агаи А., Луценко С. Ю. Применение метода синтеза методологии управления проектом при нечетких исходных данных. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Процессы управления*. Харьков, 2016. Том. 2. № 3 (80). С. 32–39.

33. Кононенко І. В., Корчакова А. С., Кірючкін Г. О. Розробка застосунку «Project Portfolio Optimization». *XVII Міжнародна науково-практична конференція: Управління проєктами: Стан та перспективи*. НУК імені адмірала Макарова. Миколаїв, 2021. С.40–41.

34. Костюк Н. С. Аналіз методологій управління проєктами в ІТ сфері. *Нові компетенції для Індустрії 5.0 та управління даними для закладів вищої освіти : збірник матеріалів круглого столу / під заг. ред. Храпкіної В. В., Піччик К. В. ; Національний університет «Києво-Могилянська академія» [та ін.]. Київ : НаУКМА, 2023. С. 65–76.*

35. Лопушняк Г.С., Іваненко Є.О. Реформування системи охорони здоров'я в контексті реалізації Стратегії сталого розвитку «Україна-2020». 2017. С. 61–79.

36. Маланчук О., Паньків О., Шолудько Р. Особливості антикризового управління проектами функціонування медичних лабораторій в умовах надзвичайного та воєнного стану. *Зб. наук. праць XIX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів.*, м. Львів 28-29 березня 2024 року. Львів: ЛДУ БЖД, 2024. С. 366–370.

37. Маланчук О., Тригуба А., Шолудько Р. Стейкхолдер-орієнтовані технології конфлікт-менеджменту в проектах створення та розвитку мережі медичних закладів. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.* 2024. Вип. 30. С. 229–243.

38. Маланчук О.М. Класифікація проектів функціонування та розвитку госпітальних округів і структура процесу їх ідентифікації. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка».* 2024. 57. С. 130–136.

39. Маланчук О.М., Тригуба А.М., Рудинець М. Система підтримки прийняття рішень для визначення пріоритетних проектів розвитку медичних закладів госпітального округу. *Економічний форум.* 2024. 3(14). С. 21–34.

40. Маланчук О.М., Тригуба А.М., Шолудько Р., Федорчук-Мороз В. Модель синергетичного управління портфелем медичних проектів на основі телеграфного рівняння. *Економічний форум.* 2024. 2(14). С. 51–64.

41. Мармуляк А., Маланчук О.М. Підхід до моніторингу процесу відбору проектів підтримки освіти та медицини на території громад. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського,* 2024. Вип. 1(144). С. 63–70.

42. Мармуляк А., Тригуба А.М., Маланчук О.М., Тригуба І.Л. Вплив цифрової трансформації громад на ініціацію та планування соціальних проектів. *Управління розвитком складних систем.* 2024. 57. С. 62–72.

43. Медична реформа. Урядовий портал. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/reformi/rozvitok-lyudskogo-kapitalu/reforma-sistemi-ohoroni-zdorovya> (дата звернення: 21.01.2024).

44. Молоканова В. М. Ціннісно-орієнтоване портфельне управління розвитком організацій : автореф. д-ра техн. наук.: 05.13.22. Київ, 2015. 40 с.

45. Морозов, В. В., Чумаченко І. В., Доценко Н. В., Чередніченко А. М. Управління проєктами: процеси планування проєктних дій: *Підручник*. К.: Університет економіки та права «КРОК», 2014. 673 с.

46. Національна стратегія реформування системи охорони здоров'я в Україні на період 2015-2020 років. 41 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://healthsag.org.ua/wp-content/uploads/2014/11/Strategiya_UKR.pdf (дата звернення: 24.06.2023).

47. Національні рахунки охорони здоров'я (НРОЗ) України у 2021 році [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 12.10.2023).

48. 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.

49. Основи законодавства України про охорону здоров'я : Закон України від 19.11.1992 № 2801-ХІІ : станом на 11 лист. 2024 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text> (дата звернення: 11.11.2024).

50. Павук І., Кобилкін Д. Особливості формування життєвого циклу інфраструктурних проєктів в умовах ризиків. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: *Зб. наук. праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів*. Львів: ЛДУ БЖД, 2024. С. 376–378.

51. Пасічник В. В., Резніченко В. А. Організація баз даних та знань. К.: Видавнича група ВНВ, 2006. 384с.

52. Перелік електронних медичних інформаційних систем, які відключено від Центральної бази даних ЕСОЗ з 31.07.2022. [Електронний ресурс] – Режим

доступу: <https://ehealth.gov.ua/2022/08/01/perelik-elektronnyh-medychnyh-informatsijnyh-system-yaki-pidlyagayut-vidklyuchennyu/> (дата звернення: 11.06.2023).

53. Пітерська В. М. Застосування проектно-орієнтованого підходу в управлінні інноваційною діяльністю. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2016. № 1 (1173). С. 35–42. <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2016.1173.7>

54. Постанова Кабінету Міністрів України від 27.11.2019 № 1074 «Деякі питання створення госпітальних округів» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/deyaki-pitannya-stvorennya-gospita-a1074>

55. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.11.2016 № 932 «Про затвердження Порядку створення госпітальних округів» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2016-%D0%BF#Text>

56. Про внесення змін до Конституції України щодо децентралізації влади. Офіційний портал Верховної Ради України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=55812 (дата звернення: 16.02.2024).

57. Про державні фінансові гарантії медичного обслуговування населення : Закон України від 19.10.2017 № 2168-VIII : станом на 1 січ. 2024 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2168-19#Text> (дата звернення: 19.01.2024).

58. Про організацію роботи стратегічної дорадчої групи з питань реформування системи охорони здоров'я України: Наказ МОЗ України від 24.07.2014 р. № 522. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.apteka.ua/article/303641>

59. Про підвищення доступності та якості медичного обслуговування у сільській місцевості : Закон України від 14.11.2017 № 2206-VIII. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2206-19#Text> (дата звернення: 06.10.2024).

60. Проєкт Закону України «Про Стратегію сталого розвитку України до 2030 року» № 9015 від 07.08.2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=64508

61. Рак Ю. П., Зачко О. Б., Кобилкін Д. С., Головатий Р. Р. Безпеко-орієнтоване управління регіональними проєктами захисту критичних інфраструктур засобами системи 112. *Управління проєктами та розвиток виробництва* : зб. наук. пр. Луганськ : вид-во СНУ ім. В. Даля. 2016. № 1 (57). С. 49–55.

62. Рак Ю. П., Ковалишин В. В., Зачко О. Б., Барабаш І. Г., Івануса А. І. Information technologies in strategic management of vital activity safety project portfolios. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2012. 1(5(49)). С. 42–44.

63. Ратушний Р. Т. Методологія портфельно-гібридного управління розвитком територіальних систем безпеки : автореф. д-ра техн. наук.: 05.13.22. Київ, 2020. 44 с.

64. Рач В. А., Масауд Султан. Модель життєвого циклу лікувального проєкта. *Всхідно-європейський журнал передових технологій*. Харків : Технологічний центр, 2012. 1 (55). С. 23–25.

65. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.11.2016 № 1013-р «Про схвалення Концепції реформи фінансування системи охорони здоров'я» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/249626689>

66. Рудніченко Є., Гавловська Н., Кривдик М., Балабус, Д. Розвиток стандартів з управління проєктами: Міжнародний досвід. *Innovation and Sustainability*, 2023. 1. С. 133–139.

67. Сидорчук О. В., Тригуба А. М., Демидюк М. А., Бондаренко В. В., Сидорчук О. О. Оценка ценностей сервисных программ аграрного производства. *Управління проєктами, системний аналіз і логістика*. Київ, Вип. 10. 2012. С. 235–241.

68. Сидорчук О. В., Тригуба А. М. Чинникова модель цінності систем-продуктів державних цільових програм розвитку сільськогосподарського виробництва. Управління проектами, системний аналіз, логістика. Технічна серія. К.: Національний транспортний університет. 2014. №13(1). С. 155–161.

69. Стратегічний план розвитку системи охорони здоров'я населення до 2030 року буде затверджений цьогооріч. 2021 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://khocz.com.ua/strategichnij-plan-rozvitku-sistemi-ohoroni-zdorov-ja-naselennja-do-2030-roku-bude-zatverdzenij-cogorich/>

70. Стратегія охорони здоров'я 2030 дозволить громадянам отримувати якісні безкоштовні медпослуги по всій Україні, – керівниця директорату МОЗ - Реанімаційний Пакет Реформ. Реанімаційний Пакет Реформ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rpr.org.ua/news/stratehiia-okhorony-zdorov-ia-2030-dozvolyt-hromadianam-otrymuvaty-iakisni-bezkoshtovni-medposluhy-po-vsiy-ukraini-kerivnytsia-dyrektoratu-moz/> (дата звернення: 19.09.2024).

71. Стратегія розвитку системи охорони здоров'я 2030 - бачення майбутнього [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://moz.gov.ua/strategija>

72. Tryhuba A., Bashynskyi O., Medvediev Y., Slobodian S., Skorobogatov D. Justification of models of changing project environment for harvesting grain, oilseed and legume crops. *Independent Journal of Management & Production*. 2019. Vol. 10, no. 7. P. 658–672.

73. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Boiarchuk O., Pavlikha N., Kovalchuk N. Study of the impact of the volume of investments in agrarian projects on the risk of their value. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 2851. P. 303–313.

74. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Ftoma O., Padyuka R., Rudynets M. Forecasting the Risk of the Resource Demand for Dairy Farms Basing on Machine Learning. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science (MoMLet+DS 2020)*. 2020. Vol. I. Lviv-Shatsk, Ukraine, June 2–3, 2020. P. 327–340.

75. Тесля Ю. М., Тімінський О. Г. Аналіз підходів до побудови біадаптивних систем управління проектно-орієнтованими підприємствами. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2015. № 2(3). С. 38–42.

76. Тригуба А. М. Системно-проектні основи управління розвитком технологічних структур виробництва молочної продукції : дис. докт. техн. наук: 05.13.22. 2017. 516с.

77. Тригуба А. М., Маланчук О. М., Мармуляк А. С., Паньків О. В., Шолудько Р. Я. Алгоритм та програмні модулі моніторингу процесу відбору соціальних проектів із використанням веб-парсингу. *Вчені Львівського національного аграрного університету виробництва: каталог інноваційних розробок*; за заг. ред. В. І. Лопушняка, Б. І. Гулька. Вип. 24. Львів: Львів. нац. ун-т. природ., 2024. С. 17.

78. Тригуба А. М., Маланчук О. М., Шолудько Р. Я. Моделі адаптивно-ціннісного управління проектами функціонування та розвитку госпітальних округів. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2024. Вип. 4(30). С. 97–109.

79. Тригуба А., Маланчук О., Паньків О., Шолудько Р. Структурна модель системи планування медичних проектів на основі обчислювального інтелекту. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2023. 28. С. 30–43. doi: <https://doi.org/10.32447/20784643.28.2023.04>.

80. Тригуба А., Маланчук О., Ратушний А., Паньків О., Коваль Л., Шолудько Р., Андрушків О. Адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами розвитку громад та регіонів. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Агроінженерні дослідження*, 2023. 27. С. 113–126.

81. Тригуба А., Маланчук О., Тригуба І., Мармуляк А., Демчина В., Андрушків О., Олійник Р. Вплив сучасних інформаційних технологій на процеси ініціації та планування проектів розвитку громад та регіонів. *Вісник Львівського національного університету природокористування: агроінженерні дослідження*. №24. Львів: Львів НУП, 2024. С. 149–159.

82. Тригуба А., Тригуба І., Чубик Р., Кондисюк І., Коваль Н., Панюра Я. Прогнозування обсягів заготівлі сировини на території громад із використанням

штучних нейронних мереж. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. №24. Львів: Львів НАУ, 2020. С.143–151.

83. Тригуба А. М., Маланчук О. М., Тригуба І. Л., Шолудько Я. В. Класифікація проєктів функціонування та розвитку госпітальних округів і структура процесу їх ідентифікації. *Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції* (Коблево, 9–13 вересня 2024 р.). Миколаїв : Харків: ХНУРЕ, 2024. С. 225–229.

84. Тригуба А.М., Мармуляк А., Маланчук О.М., Придатко О.В. Модель та програмні модулі для моніторингу процесу відбору соціальних проєктів розвитку громад. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2024. 29. С. 152–167.

85. Тригуба А. М., Сидорчук О. В. Особливості планування проєктів та програм аграрного виробництва. *Матер. VI Міжн. конф. Управління проєктами: стан та перспективи*. Миколаїв, 2010. С. 313–316.

86. Тригуба А. М., Тригуба І. Л., Маланчук О. М., Шолудько Я. В. Архітектура інтелектуальної інформаційної системи планування проєктів лікування пацієнтів. *Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому комплексі: матеріали XII Міжнар. наук. конференції* (Львів, 04-06 жовтня 2023 р.) / ЛНУП : За заг. ред. В. В. Снітинського. Львів : ЛНУП, 2023. С. 76–78.

87. Тригуба А. М., Тригуба І. Л., Мармуляк А. С., Маланчук О. М. Моніторингу відбору соціальних проєктів із використанням веб-парсингу. *Управління проєктами у розвитку суспільства: Управління проєктами післявоєнної розбудови України: тези доп. XXI -ї Міжн. конф.*, Київ: КНУБА, 2024. С.233–237.

88. Хрутьба В. О. Методологічні основи управління екологічними проєктами та програмами : автор. дис. ... док. тех. наук : 05.13.22. Київ, 2014. 46 с.

89. Цюцюра С. В., Цюцюра М. І., Криворучко О. В. Модель спрямованого управління інноваційними проєктами модернізації. *Проблеми підвищення ефективності інфраструктури: Зб. наук. праць*. К.: НАУ, 2009. Вип. 26. С. 11–14.

90. Чернов С. К., Кошкин К. В. Концептуальные основы развития наукоемких предприятий в конкурентной среде. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 1/2(43)2012. С. 20–22.

91. Чумаченко И. В., Доценко Н. В. Формирование холистической ценности инновационных проектов и программ. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2011. №1/6 (49). С.13–16.

92. Шаркань М. П., Шаркань Я. П., Чемирисов В. В. Державна медична політика підвищення рівня якості медичної допомоги в Україні. *Український журнал медицини, біології та спорту*, 2015. 1 (1). С. 103–106.

93. Ahuja R., Sharma S. C., and Ali M. A diabetic disease prediction model based on classification algorithms. *Annals of Emerging Technologies in Computing*. Vol. 3, No. 3. 2019. P. 44–52.

94. Albalawi K. S., Shokhanda R., Goswami P. On the solution of generalized time-fractional telegraphic equation. *Applied Mathematics in Science and Engineering*. 2023. Vol.31. no.1.

95. Alfian G., Syafrudin M., Ijaz M., Syaekhoni M., Fitriyani N., Rhee J. A personalized healthcare monitoring system for diabetic patients by utilizing BLE-based sensors and real-time data processing. *Sensors*. 2018. Vol. 18. no. 7. P. 2183. P. 2–25.

96. Alothman A., Kudikala S., Vilventhan A. Identification of challenges influencing the adoption of building information modelling (BIM) and facility management for metro rail projects in India. In: Vilventhan A., Singh S.B., Delhi V.S.K. (Eds.), *Advances in construction materials and management. ACMM 2022. Lecture notes in civil engineering*, 346. Singapore: Springer, 2023.

97. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2014. Vol. 37. no. 1. P. 81–90.

98. Anufriyeva V., Pavlova M., Stepurko T., Groot W. The perception of health care quality by primary health care managers in Ukraine. *BMC Health Services Research*. 2022. Vol. 22. no. 1. P. 895.

99. Arthi R., Krishnaveni S. Optimized Tiny Machine Learning and Explainable AI for Trustable and Energy-Efficient Fog-Enabled Healthcare Decision Support System. *International Journal of Computational Intelligence Systems*. 2024. Vol. 17. no. 1. P. 229.

100. Askedal K., Flak L. Stakeholder Contradictions in Early Stages of eHealth Efforts. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*. 2017.

101. Automate your spreadsheets. No computer science degree required [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.trymito.io/>

102. Babayev J., Vukomanovic M., Bushuyev S., Achkasov I. Managing Projects Portfolio in Complex Environments Based On Fuzzy Situational Networks. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022. Vol. 3295. P. 107–116.

103. Barucke Marcondes G. A., Leme R.C., Carvalho M. M. Framework for Integrated Project Portfolio Selection and Adjustment. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2019. Vol. 66. no.4. P. 677–688.

104. Basyuk T., Vasyliuk A., Lytvyn V. Mathematical Model of Semantic Search and Search Optimization. *Proceedings of the 3rd International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS-2019)*. Kharkiv, Ukraine, April 18-19, 2019. Vol. 2362. P. 96–105.

105. Basyuk T., Vasyliuk A., Lytvyn V., Vlasenko O. Features of designing and implementing an information system for studying and determining the level of foreign language proficiency. *Proceedings of the 4th International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science Workshop MoML&T&DS 2022*. Leiden, The Netherlands, November 25-26, 2022. P. 212–225.

106. Batyuk B., Dyndyn M. Coordination of configurations of complex organizational and technical systems for development of agricultural sector branches. *Journal of Automation and Information Sciences*. 2020. Vol. 2. no. 2. P. 63–76.

107. Belosludtsev A.S., Litvinova T.M. Systematized review of the innovative IT-solutions for the optimization of drug information in the circulation of medicines. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2023. Vol.13, no.12. P. 41–51.

108. Bilgin G., Dikmen I., Birgonul M.T., Ozorhon B. A decision support system for project portfolio management in construction companies. *International Journal of Information Technology and Decision Making*. 2023. Vol. 22, no. 2. P. 705–735.

109. Bleichrodt A., Dahal S., Maloney K., Luo R., Chowell G. Real-time forecasting the trajectory of monkeypox outbreaks at the national and global levels. *MC Medicine*. 2023. Vol. 21, no. 1. P. 19.

110. Bodyanskiy Y., Chala O., Izonin I., Popov S. Simple Neuro-Fuzzy System with Combined Learning for Pattern Recognition under Conditions of Short Training Set in Medical Diagnostics Tasks. *Proceedings of the 5th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine*. Lyon, France, November 18–20, 2022. P. 1–8.

111. Bondar A., Bushuyev S., Bushuieva V., Onyshchenko S. Complementary strategic model for managing entropy of the organization. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 2851. P. 293–302.

112. Boyarchuk V., Koval N., Boiarchuk O., Pavlikha N. Formation Risk-Adapted model of the lifecycle of the technologically integrated programs of dairy cattle breeding. *International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies*. 2021. Vol. 2. P. 307–310.

113. Bublyk M., Humeniuk V., Mikhalchuk T., Surek A., Filizhanko O. Analysing the Cases of Population Disease at Critical Levels of Environmental Pollution by Emissions, Discharges, and Waste. *Proceedings of the 4th International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science Workshop MoMLeT&DS 2022*. Leiden, The Netherlands, November 25–26, 2022. P. 345–358.

114. Burdyka K. Volunteer Fire Brigade (OSP) Firefighting Sports Competitions in the Context of Key Problems of Contemporary Rural Poland. *Sport i Turystyka*. 2023. Vol. 6, no. 2. P. 59–74.

115. Bushuyev S., Bushuiev D., Bushuieva V. Interaction Multilayer Model of Emotional Infection with the Earn Value Method in the Project Management Process. *Proceedings of the 15th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2020*. 2020. Vol. 2. P. 146–150.

116. Bushuyev S., Bushuiev D., Kravtsov D., Poletaev N., Malaksiano M. Machine Learning Model for House Price Predicting Based on Natural Language Text Data Analysis. *Proceedings of the 6th International Workshop on Modern Machine Learning Technologies (MoMLLeT-2024)*. Lviv, Ukraine, May 31–June 1, 2024. Vol. 3711. P. 319–332.
117. Bushuyev S., Bushuyeva N., Bushuiev D., Bushuieva V. Cognitive Readiness of Managing Infrastructure Projects Driving by SMARTification. *IEEE European Technology and Engineering Management Summit, E-TEMS 2022 - Conference Proceedings*. 2022. P. 196–201.
118. Bushuyev S., Ivko A. Study of the Principle of Augmented Competency in the Audit of IT Projects in the Environment of Artificial Intelligence. *Technology Audit and Production Reserves*. 2024. Vol. 4. no. 2 (78). P. 49–53.
119. Bushuyev S., Verenych 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). 2018. P. 104–127.
120. Bushuyev S., Verenych O. The Blended Mental Space: Mobility and Flexibility as Characteristics of Project/Program Success. *Proceedings of the 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2018. Vol. 2. P. 148–151.
121. Butt U.M., Letchmunan S., Ali M., Baqir A., Sherazi H.H.R. Machine Learning Based Diabetes Classification and Prediction for Healthcare Applications. *Journal of Healthcare Engineering*. 2021. 9930985.
122. Chen W., Wong N.C.B., Wang Y., Prapinvanich T., Teerawattananon Y. Mapping the Value for Money of Precision Medicine: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Public Health*. 2023. Vol. 11. Article 1151504.
123. Chernov S., Titov S., Chernova Ld., Kunanets N., Pitera V., Chernova Lb., Shcherbyna Y., Petryshyn L. Efficient Algorithms of Linear Optimization Problems Solution. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 2851. P. 116–131.

124. Chernova L., Zhuravel A., Chernova L., Chernov S., Kunanets N., Artemenko O. Application of the Cognitive Approach for IT Project Management and Implementation. *IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. Lviv, 2022. P. 426–429.

125. Choubey D.K., Kumar M., Shukla V., Tripathi S., Dhandhanian V.K. Comparative Analysis of Classification Methods with PCA and LDA for Diabetes. *Current Diabetes Reviews*. 2020. Vol. 16. no. 8. P. 833–850.

126. Christophe N. Some Reflections about P2M: The Place of the Mirror. *The First Issue of Journal of IAP2M*. 2005. Vol. 1. P. 11–21.

127. Chumachenko I.V., Galkin A.S., Davidich N.V., Kush E.I. Regularities of Formation of Needs in Movements at Development of Projects of Transport Systems of Cities. *Municipal Utilities. Series: Technical Sciences and Architecture*. 2019. Vol. 3. P. 144–151.

128. Costa Carvalho E., Oliveira S.R.B. The Diversity of Approaches to Support Software Project Management in the Agile Context: Trends, Comparisons and Gaps. *Proceedings of the 17th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering ENASE*. Setúbal: SciTePress, 2022. Vol. 1. P. 138–149.

129. Czahajda R. Project Management Practices in Polish Nonprofit Organisations. In: Wilimowska Z., Borzemski L., Świątek J. (Eds.), *Information Systems Architecture and Technology: Proceedings of 39th International Conference on Information Systems Architecture and Technology – ISAT 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 854. Cham: Springer, 2019.

130. Dawood F.S., Ahmed A.F. The Applicability of the International Standard (ISO 21500:2021) Managing Projects, Programs and Portfolios at the Saladin Investment Commission (Case Study). *International Journal of Professional Business Review*. 2023. Vol. 8. no. 4. Article e01293.

131. Demchenko V., Olszewski S., Voronenko M., Zaets E., Savina N., Lurie I., Lytvynenko V. Modeling and Predicting the Organochlorine Pesticides Concentration in the Child's Body Based on their Accumulation in the Mother's Body. *Proceedings of the*

2nd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science (MoMLLeT+DS 2020). Lviv-Shatsk, Ukraine, June 2–3, 2020. P. 419–432.

132. Ding R. Key Project Management Based on Effective Project Thinking. In: *Resolve Project Conflicts*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 2016. Chapter 12.

133. Eilat H., Golany B., Shtub A. Constructing and Evaluating Balanced Portfolios of R&D Projects with Interactions: A DEA-Based Methodology. *European Journal of Operational Research*. 2006. Vol. 172, no. 3. P. 1018–1039.

134. Esteki M., Gandomani T. J., Farsani H. K. A Risk Management Framework for Distributed Scrum Using PRINCE2 Methodology. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics (BEEI)*. 2020. Vol. 9. no. 3. P. 1299–1310.

135. Gholamzadeh M., Abtahi H., Safdari R. The Application of Knowledge-Based Clinical Decision Support Systems to Enhance Adherence to Evidence-Based Medicine in Chronic Disease. *Journal of Healthcare Engineering*. 2023. Article 8550905.

136. Ghule R., Doddi S., Wagh S., Kazi F., Singh N.M. Power-Based Modeling and Stabilization of Telegraphers Equations. *International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM)*. Avadi: IEEE, 2015. P. 488–493.

137. Grandbois van Ravenhorst C., Schlupe M., Endeman H., Stolker R.-J., Hoeks S.E. Prognostic Models for Outcome Prediction Following In-Hospital Cardiac Arrest Using Pre-Arrest Factors: A Systematic Review, Meta-Analysis and Critical Appraisal. *Critical Care*. 2023. Vol. 27, no. 1. Article 32.

138. Gristina G. R. Task Shifting: A Derby Between Doctors and Nurses or a Resource for Patients and Health Care Systems? *Recenti Progressi in Medicina*. 2022. Vol. 113. no. 9. P. 487–493.

139. Gronwald K. Conflict Management in International Projects. In: *Global Communication and Collaboration*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer, 2017. Chapter 7.

140. Gupta S., Verma H.K., Bhardwaj D. Classification of Diabetes Using Naïve Bayes and Support Vector Machine as a Technique. In: *Operations Management and Systems Engineering*. Singapore: Springer, 2021.

141. Gyan C., Ampomah A.O. Effects of Stakeholder Conflicts on Community Development Projects in Kenyase. *SAGE Open*. 2016. Vol. 6. Article 2158244016635254.

142. Health Expenditure by Type of Service [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/654cf452-en/index.html?itemId=/content/component/654cf452-en>

143. Hosseini S.H., Shakouri G.H., Kazemi A., Zareayan R., Mousavian H.M. A System Dynamics Investigation of Project Portfolio Management Evolution in the Energy Sector: Case Study: *An Iranian Independent Power Producer*. *Kybernetes*. 2019. Vol. 49. no. 2.

144. Hu H., Dai T., Gao X., Chen Q., Lei X. Development of the Health Decision Support System (HDSS) in Canada and Its Implications in China. *12th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, ICNC-FSKD 2016*. 2016. P. 1391–1395.

145. Hussain A., Naaz S. Prediction of Diabetes Mellitus: Comparative Study of Various Machine Learning Models. *In: Proceeding of the International Conference on Innovative Computing and Communications*. Delhi, India: Springer, January 2021. P. 103–115.

146. IPMA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ipma.world/about-us/ipma-international/history-of-ipma/>

147. Islam M.M.F., Ferdousi R., Rahman S., Bushra H.Y. Likelihood Prediction of Diabetes at Early Stage Using Data Mining Techniques. *In: Computer Vision and Machine Intelligence in Medical Image Analysis*. Singapore: Springer, 2020. P. 113–125.

148. ISO 10006:2018 (ua) Управління якістю – Настанови щодо управління якістю в проєктах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pmdoc.ua/iso/iso10006/>

149. ISO 21500:2012. Guidance on Project Management [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.mosaicprojects.com.au/PDF/ISO_21500_Communique_No1.pdf

150. Jafarzadeha H., Akbari P., Babak Abedin A. Methodology for Project Portfolio Selection Under Criteria Prioritisation, Uncertainty and Projects Interdependency – Combination of Fuzzy QFD and DEA. *Expert Systems with Applications*. 2018. Vol. 110. P. 237–249.

151. Jamali G., Oveisi M. A Study on Project Management Based on PMBOK and PRINCE2. *Modern Applied Science*. 2016. Vol. 10. no. 6. P. 142–146.

152. Johnson D., Del Fiol G., Kawamoto K., Jenkins E., Williams M.S. Genetically guided precision medicine clinical decision support tools: a systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2024. Vol. 31. no. 5. P. 1183–1194.

153. Kaiser M. G., Arbi F. E., Ahlemann F. Successful project portfolio management beyond project selection techniques: Understanding the role of structural alignment. *International Journal of Project Management*. 2015. Vol. 33. no. 1. P. 126–139.

154. Killen C. P., Jugdev K., Drouin N., Petit Y. Advancing project and portfolio management research: Applying strategic management theories. *International Journal of Project Management*. 2012. Vol. 30, no. 5. P. 525–538.

155. Kobylkin D., Zachko O., Popovych V., Golovatyi R., Wolff C. Models for changes management in infrastructure projects. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. Vol. 2565. P. 106–115.

156. Kock A., Schulz B., Kopmann J., Gemünden H.G. Project portfolio management information systems' positive influence on performance – the importance of process maturity. *International Journal of Project Management*. 2020. Vol. 38. no. 4. P. 229–241.

157. Kokshagina O. Managing shifts to value-based healthcare and value digitalization as a multi-level dynamic capability development process. *Technological Forecasting and Social Change*. 2021. Vol. 172. P. 121072.

158. Komarnitskyi S., Muzychenko T., Horetska I. Planning and Risk Analysis in Projects of Procurement of Agricultural Raw Materials for the Production of Environmentally Friendly Fuel. *International Journal of Renewable Energy Development*. 2022. Vol. 11. no. 2. P. 569–580.

159. Konca M., Top M. What predicts the technical efficiency in healthcare systems of OECD countries? A two-stage DEA approach. *International Journal of Healthcare Management*. 2022. Vol. 16, no. 1. P. 104–119.

160. Kondysiuk I., Bashynsky O., Dembitskyi V., Myskovets I. Formation and risk assessment of stakeholders value of motor transport enterprises development projects. *International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies*. 2021. Vol. 2. P. 303–306.

161. Koval N., Kondysiuk I., Tryhuba I., Boiarchuk O., Rudynets M. Forecasting the Fund of Time for Performance of Works in Hybrid Projects Using Machine Training Technologies. *MoMLeT+ DS*. 2021. P. 196–206.

162. Koval N., Tryhuba A., Kondysiuk I., Grabovets V., Onyshchuk V. Forecasting the fund of time for performance of works in hybrid projects using machine training technologies. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 2917. P. 196–206.

163. Koval N., Tryhuba A., Kondysiuk I., Tryhuba I., Boiarchuk O., Rudynets M., Grabovets V., Onyshchuk V. Forecasting the Fund of Time for Performance of Works in Hybrid Projects Using Machine Training Technologies. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science Workshop (MoMLeT&DS 2021)*. Lviv-Shatsk, Ukraine, June 5–6, 2021. P. 196–206.

164. Kovalchuk N., Zachko O., Kovalchuk O., Kobylkin D. Project Management of the Information System for the Selection of Project Teams. *IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*. 2023. P. 1054–1057.

165. Kovalchuk O., Zachko O., Kobylkin D. Criteria for intellectual forming a project teams in safety oriented system. *17th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2022. Vol. 2. P. 430–433.

166. Kunanets N., Vasiuta O., Boiko N. Advanced technologies of big data research in distributed information systems. *14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2019. Vol. 3. P. 71–76.

167. Li H., Wang L., Zhang Z., Deng C. Theoretical thought and practice of eco-environment synergistic management in the Yangtze River. *Journal of Environmental Engineering Technology*. 2021. Vol. 11. no. 3. P. 409–417.

168. Liesiö J., Mild P., Salo A. Preference programming for robust portfolio modeling and project selection. *European Journal of Operational Research*. 2007. Vol. 181. no. 3. P. 1488–1505.

169. Lin H. C., Phillips D., Wickramasinghe N. Digitising Chinese medicine clinical practice - a patient management system. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*. 2021. Vol. 24. no. 1. P. 40–66.

170. Lo Storto C., Goncharuk A. G. Efficiency vs effectiveness: A benchmarking study on European healthcare systems. *Economics and Sociology*. 2017. Vol. 10. no. 3. P. 102–115.

171. Löhr K., Graef F., Bonatti M., Mahoo H. F., Wambura J., Sieber S. Conflict management systems for large scientific research projects. *International Journal of Conflict Management*. 2017. Vol. 28. P. 322–345.

172. Lytvyn V., Vysotska V., Kuchkovskiy V., Bobyk I., Malanchuk O., Ryshkovets Y., Pelekh I., Brodyak O., Bobrivetc V., Panasyuk V. Development of the system to integrate and generate content considering the cryptocurrent needs of users. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1(2-97). P. 18–39.

173. Malanchuk O. M., Tryhuba A. M. Information technology for forecasting epidemiological threats based on the telegraphic equation. *Applied Aspects of Information Technology*. 2024. Vol. 7. Issue 4. P. 313–326.

174. Malanchuk O. M., Tryhuba A. M., Tryhuba I. L., Sholudko R. Ya. Computer model of differential-symbolic risk assessment of projects to improve the health of the community population. *Herald of Advanced Information Technology*. 2024. Vol. 7. Issue 4. P. 437–451.

175. Malanchuk O., Tryhuba A., Tryhuba I., Bandura I. A conceptual model of adaptive value management of project portfolios of creation of hospital districts in Ukraine. *Proceedings of the 4th International Workshop IT Project Management (ITPM 2023)*. CEUR Workshop Proceedings. 2023. Vol. 3453. P. 82–95.

176. Malanchuk O., Tryhuba A., Tryhuba I., Sholudko R., Pankiv O. A Neural Network Model-based Decision Support System for Time Management in Pediatric Diabetes Care Projects. *International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies*. IEEE 18th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT-2023). 2023. P. 1–4. DOI:

177. Malanchuk O., Vistak M., Politanskyi R., Andrusyak I. Analysis of a Mathematical Model of Plate Structures Oscillations in MEMS. *IEEE XVIth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*. 22–26 April 2020. Lviv, Ukraine. P. 1–4.

178. Malanchuk O., Tryhuba A., Rogovskii I., Titova L., Berezova L., Korobko M. Differential-symbolic approach and tools for managing projects of medical support for the population of communities. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER. 2024. P. 101–115.

179. Malanchuk O. M., Tryhuba A. M., Pankiv O. V., Sholudko R. Y. Architecture of an Intelligent Information System for Forecasting Components of Medical Projects. *Applied Aspects of Information Technology*. 2023. Vol. 6. no. 4. P. 376–390.

180. Malanchuk O. M., Tryhuba A. M., Tryhuba I. L. A decision support system to identify priority projects for the creation and development of medical facilities in the region. *Information systems in project and program management: Collective monograph edited by I. Linde*. European University Press. Riga: ISMA. 2024. P. 117–128.

181. Malik S., Harous S., Sayed H. E. Comparative analysis of machine learning algorithms for early prediction of diabetes mellitus in women. *Proceedings of the International Symposium on Modelling and Implementation of Complex Systems*. Springer. Batna, Algeria. October 2020. P. 95–106.

182. Maniruzzaman M., Rahman M. J., Ahammed B., Abedin M. M. Classification and prediction of diabetes disease using machine learning paradigm. *Health Information Science and Systems*. 2020. Vol. 8. no. 1. P. 7–14.

183. Martinsuo M., Geraldi J. Management of project portfolios: Relationships of project portfolios with their contexts. *International Journal of Project Management*. 2020. Vol. 38. no. 7. P. 441–453.

184. Miao M., Zhang B., Peng B., Gao Q., Zhang P. Based on the status of scientific research integrity management of major projects in the medical field. *Chinese Journal of Medical Science Research Management*. 2023. Vol. 36. no. 5. P. 342–346.

185. Micán C., Fernandes G., Araújo M. Project portfolio risk management: a structured literature review with future directions for research. *International Journal of Information Systems and Project Management*. 2021. Vol. 8. no. 3. P. 67–84.

186. Mito & Aibro: The Two Best Python Libraries for Data Analysis and Model Training. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://medium.com/geekculture/mito-aibro-the-two-best-python-libraries-for-data-analysis-and-model-training-43dc432b176c>.

187. Mohapatra S. K., Swain J. K., Mohanty M. N. Detection of diabetes using multilayer perceptron. *Proceedings of the International Conference on Intelligent Computing and Applications*. Springer. Ghaziabad, India. December 2019. P. 109–116.

188. Moore: Управління портфелем проєктів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://surl.li/bsklv>.

189. Mosavi N. S., Santos M. F. Intelligent Decision Support System for Precision Medicine: Time Series Multi-variable Approach for Data Processing. *International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management (IC3K - Proceedings)*. 2022. Vol. 3. P. 231–238.

190. Nytrebych Z., Il'kiv V., Malanchuk O. Mathematical Model of the Process of Ultrasonic wave Propagation in a Relax Environment with its Given Profiles at three Time Moments. *Open Bioinformatics Journal*. 2021. Vol. 14, no. 1. P. 87–92.

191. Nytrebych Z., Il'kiv V., Malanchuk O. On the modeling process of ultrasonic wave propagation in a relaxation medium by the three-point in time problem. *3rd International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine (IDDM 2020)*. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2753. Lviv, Ukraine. 2020. P. 72–81.

192. Nytrebych Z., Il'kiv V., Malanchuk O., Auzinger W. Investigation of mathematical model of acoustic wave propagation through relax environment in ultrasound diagnostics problems. *2nd International Conference on Informatics & Data-*

Driven Medicine (IDDM 2019). CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2488. Lviv, Ukraine. 2019. P. 280–289.

193. Nytrebych Z., Il'kiv V., Pukach P., Malanchuk O. The differential-symbol method of constructing the quasipolynomial solutions of two-point in time problem for nonhomogeneous partial differential equation. *Turkish Journal of Mathematics*. 2019. Vol. 43. no. 3. P. 1241–1252.

194. Nytrebych Z., Ilkiv V., Malanchuk O., Pukach P. On the Modeling of the Oscillating Process of Longitudinal Elastic Body by Two-Point Problem. *IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. Lviv, Ukraine. 2019. P. 75–79.

195. Nytrebych Z., Ilkiv V., Pukach P., Malanchuk O., Kohut I., Senyk A. Analytical method to study a mathematical model of wave processes under two-point time conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1(7 (97)). P. 74–83.

196. Nytrebych Z., Malanchuk O. On Simulation of Electromagnetic Fields Strength by Two-Point in Time Problem for Telegraph Equation. *IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*. Lviv-Slavske, Ukraine. 2020. P. 478–481.

197. Nytrebych Z., Malanchuk O. On the nonexistence conditions of solution of two-point in time problem for nonhomogeneous PDE. *Mathematica Slovaca*. 2021. Vol. 71, no. 5. P. 1125–1132.

198. Nytrebych Z., Malanchuk O. Simulation of the Processes in Electrical Engineering Systems via the Two-Point Problem for Telegraph Equation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. CAD in Machinery Design: Implementation and Educational Issues (CADMD 2020). Vol. 1016. Lviv, Ukraine. November 26–27, 2020. P. 1–8.

199. Nytrebych Z., Malanchuk O. The conditions of existence of a solution of the two-point in time problem for nonhomogeneous PDE. *Italian Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2019. No. 41. P. 242–250.

200. Nytrebych Z., Malanchuk O. The conditions of existence of a solution of the degenerate two-point in time problem for PDE. *Asian-European Journal of Mathematics*. 2019. Vol. 12. no. 3. Article 1950037.

201. Nytrebych Z., Malanchuk O. The differential-symbol method of constructing the quasi-polynomial solutions of two-point problem. *Demonstratio Mathematica*. 2019. Vol. 52. no. 1. P. 88–96.

202. Nytrebych Z., Malanchuk O. The problem with two-point time conditions for telegraph equation. *Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology*. Warsaw, Poland. June 30, 2019. Vol. 1. P. 10–13.

203. Nytrebych Z., Malanchuk O. The Two-Point Problem as the Mathematical Model of the Oscillation Process of a Longitudinal Body. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Proceedings of the International Conference on Computer Science and Information Technologies, CSIT 2020. Zbarazh, Ukraine, September 23–26, 2020. P. 540–550.

204. Nytrebych Z., Pukach P., Ilkiv V., Malanchuk O. Analytical method of investigation of wave processes in mathematical models of some dynamic systems. *IEEE 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM)*. Polyana, Ukraine, February 26 – March 2, 2019. P. 10–14.

205. Nytrebych Z.M., Il'kiv V.S., Pukach P.Y., Malanchuk O.M. Differential-symbol method of constructing the quasipolynomial solutions of a two-point problem for a partial differential equation. *Journal of Mathematical Sciences (United States)*. 2019. Vol. 239. no. 1. P. 62–74.

206. Nytrebych Z.M., Il'kiv V.S., Pukach P.Y., Malanchuk O.M. On Nontrivial Solutions of a Homogeneous Two-Point (In Time) Problem for the System of Equations of the Dynamic Theory of Elasticity. *Journal of Mathematical Sciences (United States)*. 2021. Vol. 254, no. 2. P. 261–270.

207. Nytrebych Z.M., Malanchuk O.M. On the Kernel of a Two-Point Problem for a Partial Differential Equation of the Second Order in Time. *Journal of Mathematical Sciences (United States)*. 2019. Vol. 236, no. 1. P. 35–52.

208. Odrekhivskyy M., Pasichnyk V., Kunanets N., Rzhеuskyi A., Korz G., Tabachyshyn D. The Use of Modern Information Technology in Medical and Health Institutions of Truskavets Resort. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science (MoMLLeT+DS 2020)*. Lviv-Shatsk, Ukraine, June 2–3, 2020. P. 184–197.

209. Ojiako U., Petro Y., Marshall A., Williams T. The impact of project portfolio management practices on the relationship between organizational ambidexterity and project performance success. *Production Planning and Control*. 2023. Vol. 34. no. 3. P. 260–274.

210. Olekh H., Kolesnikova K., Olekh T., Mezentseva O. Environmental Impact Assessment Procedure As The Implementation Of The Value Approach In Environmental Projects. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 2851. P. 206–216.

211. P2M: модель управління інноваційними проєктами. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/1851808/#10>.

212. Pethunachiyar G.A. Classification of diabetes patients using kernel-based support vector machines. *Proceeding of the 2020 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*. IEEE. Coimbatore, India. January 2020. P. 1–4.

213. Piterska V., Kolesnikov O., Lukianov D., Kolesnikova K., Gogunskii V., Olekh T., Shakhov A., Rudenko S. Development of the Markovian model for the life cycle of a project's benefits. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 5, no. 4(95). P. 30–39.

214. PMBOK vs PRINCE2 vs Agile project management. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.cio.com.au/article/402347/pmbok_vs_prince2_vs_agile_project_management/

215. Politanskyi R., Malanchuk O., Vistak M. Simulation of Slowwave Spiral Structures Based on Analytical Model. *IEEE 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems, CADSM 2023 - Proceedings*. 2023. P. 37–40.

216. Politanskyi R.L., Nytrebych Z.M., Petryshyn R.I., Kogut I.T., Malanchuk O.M., Vistak M.V. Simulation of the propagation of electromagnetic oscillations by the

method of the modified equation of the telegraph line. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2021. Vol. 22. no. 1. P. 168–174.

217. Qawqzeh Y.K., Bajahzar A.S., Jemmali M., Otoom M.M., Thaljaoui A. Classification of diabetes using photoplethysmogram (PPG) waveform analysis: logistic regression modeling. *BioMed Research International*. 2020. Article ID 3764653. P. 1–6.

218. Qin Y., Guan Y.L., Yuen C. Spatiotemporal Capsule Neural Network for Vehicle Trajectory Prediction. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 2023. P. 1–11.

219. Ratushny R., Koval N., Androshchuk I. The model of projects creation of the fire extinguishing systems in community territories. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2020. Vol. 68. no. 2. P. 419–431.

220. Ratushnyi R., Khmel P., Martyn E., Prydatko O. Substantiating the effectiveness of projects for the construction of dual systems of fire suppression. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 4(3-100). P. 46–53.

221. Rodrigues B.F.F., Amaral A.R., Assunção F.P.D.C., Borges L.E.P., Machado N.T. Economic Feasibility Study of the Production of Biogas, Coke and Biofuels from the Organic Fraction of Municipal Waste Using Pyrolysis. *Energies*. 2024. Vol. 17. no. 1. Article 269.

222. Rugol L.V., Menshikova L.I., Son I.M. Application of the method of expert assessments to justify measures to improve the organization of work of central district hospitals. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2022. Vol. 25. no. 4. P. 19–28.

223. Rugol L.V., Son I.M., Kirillov V.I., Guseva S.L. Organizational technologies that increase the availability of medical care for the population. *Profilakticheskaya Meditsina*. 2020. Vol. 23, no. 2. P. 26–34.

224. Sales L., Barbalho S. Exploitative model for dynamic project management based on the project management body of knowledge. *Industrial engineering and operations management*. Springer. Cham, 2021. P. 234–240.

225. Saundry R. Conceptualizing Workplace Conflict and Conflict Management. In: *Reframing Resolution*. Springer. Berlin/Heidelberg, Germany. 2016. P. 13–33.

226. Schaar M.V.D., Alaa A.M., Floto A. How artificial intelligence and machine learning can help healthcare systems respond to COVID-19. *Machine Learning*. 2021. Vol. 110. no. 1. P. 1–14.

227. Siang L.F., Yih C.H., Peng L.W. Identifying Key Features of the Innovated Japanese Project Management: A Critical Review on its Philosophy. *Journal of Advanced Management Science*. 2013. Vol. 1. no. 2. P. 196–201.

228. Silva D., De Jesus K.L., Villaverde B., Mecija A.N., Mendoza J.O. Interdisciplinary framework: A building information modeling using structural equation analysis in lean construction project management. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*. 2021. P. 234–240.

229. Silvius G.A.J., Schipper R. Exploring the relationship between sustainability and project success—conceptual model and expected relationships. *International Journal of Information Systems and Project Management*. 2016. Vol. 4. P. 5–22.

230. Singh S., Singh S., Lin P., Arora R. Unconditionally stable modified methods for the solution of two- and three-dimensional telegraphic equation with Robin boundary conditions. *Numerical Methods for Partial Differential Equations*. 2019. Vol. 35. no. 1. P. 246–266.

231. Smith H.J., Procaccino J., Applewhite M. How Should Military Health Care Workers Respond When Conflict Reaches the Hospital? *AMA Journal of Ethics*. 2022. Vol. 24. no. 6. P. E478–E482.

232. Stettina C.J., Hörz J. Agile portfolio management: An empirical perspective on the practice in use. *International Journal of Project Management*. 2015. Vol. 33, no. 1. P. 140–152.

233. Stovban M.P. Implementation of the hospital district for the medical institutions: medical and social justification of the financial and economic state of Kalush central district hospital before and after implementation. *Medical Advances*. 2023. Vol. 76, no. 2. P. 243–250.

234. Sukhonos M., Shevetovsky V., Grytskov I., Starostina A. Development of an integration-analytical method for the initiation of construction projects of industrial

objects. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 5(3-95). P. 45–58.

235. The Lancet. Health and health care in Ukraine: in transition and at risk. *The Lancet*. 2022. Vol. 399(10325). P. 605.

236. *The standard for project management and a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://knowdemia.com/ebook/pmbok-latest-edition-pdf>.

237. Tkachuk R., Sikora L., Fedevych O., Lysa N., Krejčí J. Cognitive and Information Decision-Making Technologies and Risk Assessment in Technogenic Systems. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Computational & Information Technologies for Risk-Informed Systems (CITRisk 2021) co-located with XXI International Conference on Information Technologies in Education and Management (ITEM 2021)*. Kherson, Ukraine, September 16–17, 2021. P. 419–433.

238. Tomanek M., Čermák R., Smutny Z. A Conceptual Framework for Web Development Projects Based on Project Management and Agile Development Principles. *10th European Conference on Management Leadership and Governance (ECMLG 2014)*. 2014.

239. Tryhuba A., Bashynsky O. Coordination of dairy workshops projects on the community territory and their project environment. *International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies*. 2019. Vol. 3. P. 51–54.

240. Tryhuba A., Bashynsky O., Hutsol T., Rozkosz A., Prokopova O. Justification of Parameters of the Energy Supply System of Agricultural Enterprises with Using Wind Power Installations. *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 154. Article 06001.

241. Tryhuba A., Bashynsky O., Kondysiuk I., Koval N., Bondarchuk L. Conceptual model of management of technologically integrated industry development projects. *15th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2020. Vol. 2. P. 155–158.

242. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I. Forecasting of a Lifecycle of the Projects of Production of Biofuel Raw Materials With Consideration of Risks.

International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). 2019. P. 420–425.

243. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., et al. Model of assessment of the risk of investing in the projects of production of biofuel raw materials. *15th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2020. Vol. 2. P. 151–154.

244. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Francik S., Rudynets M. Method and software of planning of the substantial risks in the projects of production of raw material for biofuel. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. Vol. 2565. P. 116–129.

245. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Ftoma O., Padyuka R., Rudynets M. Forecasting the risk of the resource demand for dairy farms basing on machine learning. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. Vol. 2631. P. 327–340.

246. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Tymochko V., Bondarchuk S. Model of Assessment of the Risk of Investing in the Projects of Production of Biofuel Raw Materials. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. Vol. 2851. P. 303–313.

247. Tryhuba A., Hutsol T., Kuboń M., Hohol T., Tomaszewska-Górecka W. Taxonomy and Stakeholder Risk Management in Integrated Projects of the European Green Deal. *Energies*. 2022. Vol. 15, no. 6. Article 2015.

248. Tryhuba A., Kondysiuk I., Tryhuba I., Boiarchuk O., Tatomyr A. Intellectual information system for formation of portfolio projects of motor transport enterprises. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022. Vol. 3109. P. 44–52.

249. Tryhuba A., Koval N., Tryhuba I., Boiarchuk O. Application of Sarima Models in Information Systems Forecasting Seasonal Volumes of Food Raw Materials of Procurement on the Territory of Communities. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022. Vol. 3295. P. 64–75.

250. Tryhuba A., Malanchuk O., Tryhuba I. Prediction of the duration of inpatient treatment of diabetes in children based on neural networks. *CEUR Workshop Proceedings*. 2023. Vol. 3426. P. 122–135.

251. Tryhuba A., Malanchuk O., Tryhuba I., Marmulyak A. Decision support system for initiating projects of medical and social development in regions. *Proceedings*

of the 5nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2024). Bratislava, Slovakia, May 22, 2024. P. 204–218.

252. Tryhuba A., Malanchuk O., Tryhuba I., Sholudko R., Seleznov R. A model for optimizing the portfolio of hospital district development projects based on a genetic algorithm. *IEEE 19th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT-2024*. Lviv, 2024. Article ID 195025. P. 1–4.

253. Tryhuba A., Padyuka R., Tymochko V., Lub P. Mathematical model for forecasting product losses in crop production projects. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022. Vol. 3109. P. 25–31.

254. Tryhuba A., Ratushny R., Bashynsky O., Ptashnyk V. Planning of Territorial Location of Fire-Rescue Formations in Administrative Territory Development Projects. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. Vol. 2565. P. 18–20.

255. Tryhuba A., Rudynets M., Pavlikha N., Tryhuba I., Kytsyuk I., Komeliuk O., Fedorchuk-Moroz V., Androshchuk I., Skorokhod I., Seleznov D. Establishing patterns of change in the indicators of using milk processing shops at a community territory. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies: Control processes*. 2019. Vol. 3/6(102). P. 57–65.

256. Tryhuba A., Tryhuba I., Bashynsky O. Conceptual model of management of technologically integrated industry development projects. *Proceedings of the 15th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies*. 2020. P. 155–158.

257. Tryhuba A., Tryhuba I., Ftoma O., Boyarchuk O. Method of quantitative evaluation of the risk of benefits for investors of fodder-producing cooperatives. *14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2019. Vol. 3. P. 55–58.

258. Tryhuba A., Tryhuba I., Malanchuk O., Marmulyak A. A deep neural network model for predicting the competitive score of social projects for community development. *Proceedings of the 6th International Workshop on Modern Machine Learning Technologies (MoMLeT-2024)*. Lviv, Ukraine, May 31 – June 1, 2024. Vol. 3711. P. 55–74.

259. Tryhuba A., Zachko O., Grabovets V., Pavlova I., Rudynets M. Examining the effect of production conditions at territorial logistic systems of milk harvesting on the parameters of a fleet of specialized road tanks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 5(3-95). P. 59–69.

260. Tyshko S., Lavrut O., Vysotska V., Markiv O., Zabula O., Chernichenko Y., Lavrut T. Compensatory method for measuring phase shift using signals bisemiperiodic conversion in diagnostic intelligence systems. *Proceedings of the 4th International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science Workshop (MoMLeT&DS 2022)*. Leiden, The Netherlands, November 25–26, 2022. P. 144–154.

261. Varajão J., Lopes L., Tenera A. Framework of standards, guides and methodologies for project, program, portfolio, and PMO management. *Computer Standards & Interfaces*. 2025. Vol. 92. Article number 103888.

262. Verenysh O., Wolff C., Bushuyev S., Bondar O., Voitenko O. Hybrid competencies model for managing innovation projects. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022. Vol. 3295. P. 25–37.

263. Vukomanović M., Young M., Huynink S. IPMA ICB 4.0 – A global standard for project, programme and portfolio management competences. *International Journal of Project Management*. 2016. Vol. 34. Issue 8. P. 1703–1705.

264. Vyklyuk Y., Radovanovic M., Pasichnyk V., Kunanets N., Sydor P. Forecasting of forest fires in Portugal using parallel calculations and machine learning. *Proceedings of the XVIII International Conference on Data Science and Intelligent Analysis of Information*. Kyiv, Ukraine, June 4–7, 2018. P. 39–49.

265. Wahl K., Wiesche M. Selecting project management approaches: The importance of client-specific characteristics. *Procedia Computer Science*. 2024. Vol. 239. P. 751–758.

266. Wang L., Zheng H., Chen Y., Long Y., Chen J., Li R., Hu X., Ouyang Z. Synergistic management of forest and reservoir infrastructure improves multistakeholders' benefits across the forest-water-energy-food nexus. *Journal of Cleaner Production*. 2023. Vol. 422. Article number 138575.

267. Wang T., Chen H.-M. Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. *Automation in Construction*. 2023. Vol. 150. Article number 104832.

268. Wang Y., Li H., Cui S., He L., Lü W. Research on prediction model and assessment parameters of head injury for child occupants based on BP neural network Qiche Gongcheng. *Automotive Engineering*. 2024. Vol. 46. Issue 2. P. 329–336.

269. Williams R., Karuranga S., Malanda B., et al. Global and regional estimates and projections of diabetes-related health expenditure: results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2020. Vol. 162. Article ID 108072.

270. Wojcik W., Nytrebych Z., Malanchuk O., Vistak M., Kravchenko L., Pinaev B., Rakhmetullina S., Toigozhinova A. Modelling of the processes in electrical systems by two-point problem for nonhomogeneous telegraph equation. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2021. Vol. 9. P. 54–57.

271. World Health Organization. *Diabetes*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.who.int/health-topics/diabetes#tab=tab_1.

272. World Health Organization. Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030: More Active People for a Healthier World. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2019.

273. Write Python and Pandas with AI. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.trymito.io/python-ai-tools>.

274. Wu W., Wang Y., Tang J., Yuan J., Zhang G. Developing and evaluating a machine-learning-based algorithm to predict the incidence and severity of ARDS with continuous non-invasive parameters from ordinary monitors and ventilators. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2023. Vol. 230. Article number 107328.

275. Young M., Conboy K. Contemporary project portfolio management: reflections on the development of an Australian Competency Standard for Project Portfolio Management. *International Journal of Project Management*. 2013. Vol. 31. Issue 8. P. 1089–1100.

276. Yurynets R., Yurynets Z., Grzebyk M., Kokhan M., Kunanets N., Shevchenko M. Neural network modeling of the social and economic, investment and innovation policy of the state. *Proceedings of the 4th International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science Workshop (MoMLeT&DS 2022)*. Leiden, The Netherlands, November 25–26, 2022. P. 252–262.

277. Zachko O., Demchyna V., Zachko I. Intellectual models of projects for the development of transport infrastructure of urban territorial systems. *Proceedings of the 3rd International Workshop IT Project Management (ITPM 2022)*. Kyiv, Ukraine, August 26, 2022.

278. Zhang Y., Hou W., Qian Y. A dynamic simulation model for financing strategy management of infrastructure PPP projects. *International Journal of Strategic Property Management*. 2020. Vol. 24. Issue 6. P. 441–455.

279. Zhang Z., Liu R., Liao X. Analysis of investment value of traditional Chinese medicine enterprises based on genetic algorithm. *13th International Conference on Information Technology in Medicine and Education, ITME 2023*. P. 171–175.

ДОДАТКИ

Додаток А

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Статті у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України, або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus та/або Web of Science Core Collection:

1. Lytvyn V., Vysotska V., Kuchkovskiy V., Bobyk I., **Malanchuk O.**, Ryshkovets Y., Pelekh, I., Brodyak, O., Bobrivets, V., Panasyuk, V. Development of the system to integrate and generate content considering the cryptocurrent needs of users. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1, 2(97). P. 18–39. (Scopus Q3).
2. Nytrebych Z., Il'kiv V., **Malanchuk O.** Mathematical Model of the Process of Ultrasonic wave Propagation in a Relax Environment with its Given Profiles at three Time Moments. *Open Bioinformatics Journal*. 2021. Vol. 14 (1). P. 87–92. (Scopus Q4).
3. Nytrebych Z., Il'kiv V., Pukach P., **Malanchuk O.** On Nontrivial Solutions of a Homogeneous Two-Point (In Time) Problem for the System of Equations of the Dynamic Theory of Elasticity. *Journal of Mathematical Sciences (United States)*. 2021. Vol. 254 (2). P. 261–270. (Scopus Q3).
4. Wojcik W., Nytrebych Z., **Malanchuk O.**, Vistak M., Kravchenko L., Pinaev B., Rakhmetullina S., Toigozhinova A. Modelling of the processes in electrical systems by two-point problem for nonhomogeneous telegraph equation. *Przeglad Elektrotechniczny*. 2021. No 9. P. 54–57. (Scopus Q4).
5. Nytrebych Z., Ilkiv V., Pukach P., **Malanchuk O.**, Kohut I., Senyk A. Analytical method to study a mathematical model of wave processes under two-point time conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1, 7 (97). P. 74–83. (Scopus Q3).
6. Nytrebych Z. M., Il'kiv V. S., Pukach P. Y., **Malanchuk O. M.** Differential-symbol method of constructing the quasipolynomial solutions of a two-point problem for a partial differential equation. *Journal of Mathematical Sciences (United States)*, 2019. Vol. 239 (1). P. 62–74. (Scopus Q3).

7. Lytvyn V., Vysotska V., Pukach P., Nytrebych Z., Demkiv I., Senyk A., **Malanchuk O.**, Sachenko S., Kovalchuk R., Huzyk N. Analysis of the developed method for automatic attribution of scientific and technical text content written in Ukrainian. *Eastern-European journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 6, 2 (96). P. 19-31. (Scopus Q3).

**Статті у наукових виданнях, включених до
Переліку наукових фахових видань України:**

8. Мармуляк А., Тригуба А., **Маланчук О.**, Тригуба І. Вплив цифрової трансформації громад на ініціацію та планування соціальних проєктів. *Управління розвитком складних систем*. 2024. № 59. С. 62–72.

9. Тригуба А. М., Мармуляк А., **Маланчук О. М.**, Придатко О. В. Модель та програмні модулі для моніторингу процесу відбору соціальних проєктів розвитку громад. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2024. № 29. С. 152–167.

10. Мармуляк А., **Маланчук О.М.** Підхід до моніторингу процесу відбору проєктів підтримки освіти та медицини на території громад. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2024. Вип. 1 (144). С. 63–70.

11. Тригуба А., **Маланчук О.**, Тригуба І., Мармуляк А., Демчина В. Андрушків О., Олійник Р. Вплив сучасних інформаційних технологій на процеси ініціації та планування проєктів розвитку громад та регіонів. *Вісник Львівського національного університету природокористування: агроінженерні дослідження*. 2024. № 28. С. 149–159.

12. **Malanchuk O. M.**, Tryhuba A. M., Pankiv O. V., Sholudko R. Y. Architecture of an Intelligent Information System for Forecasting Components of Medical Projects. *Applied Aspects of Information Technology*. 2023. Vol. 6 (4). P. 376–390.

13. Тригуба А., **Маланчук О.**, Ратушний А., Паньків О., Коваль Л., Шолудько Р., Андрушків О. Адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами

розвитку громад та регіонів. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Агроінженерні дослідження*. 2023. № 27. С. 113–126.

14. Тригуба А., **Маланчук О.**, Паньків О., Шолудько Р. Структурна модель системи планування медичних проєктів на основі обчислювального інтелекту. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2023. № 28. С. 30–43.

15. **Маланчук О.**, Тригуба А., Шолудько Р. Стейкхолдер-орієнтовані технології конфлікт-менеджменту в проєктах створення та розвитку мережі медичних закладів. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2024. № 30. С. 229–243.

16. **Malanchuk O. M.**, Tryhuba A. M., Tryhuba I. L., Sholudko R. Ya. Computer model of differential-symbolic risk assessment of projects to improve the health of the community population. *Herald of Advanced Information Technology*. 2024. Vol. 7 (4). P. 437–451.

17. **Malanchuk O. M.**, Tryhuba A. M. Information technology for forecasting epidemiological threats based on the telegraphic equation. *Applied Aspects of Information Technology*. 2024. Vol. 7 (4). P. 313–326.

18. Тригуба А. М., **Маланчук О. М.**, Шолудько Р. Я. Моделі адаптивно-ціннісного управління проєктами функціонування та розвитку госпітальних округів. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2024. № 4 (30). С. 97–109.

Монографії:

19. **Malanchuk O. M.**, Tryhuba A. M., Tryhuba I. L. A decision support system to identify priority projects for the creation and development of medical facilities in the region. *Information systems in project and program management: collective monograph* edited by I. Linde. European University Press. Riga: ISMA, 2024. P. 117–128.

20. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Rogovskii I., Titova L., Berezova L., Korobko M. Differential-symbolic approach and tools for managing projects of medical support for the

population of communities. *Project management: industry specifics*: collective monograph edited by M. Levlanov. Kharkiv: PC Technology Center, 2024. P. 105–134. (Scopus)

Статті, які додатково відображають наукові результати дисертації:

21. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** On the nonexistence conditions of solution of two-point in time problem for nonhomogeneous PDE. *Mathematica Slovaca*. 2021. Vol. 71 (5), P. 1125–1132. (Scopus Q2).

22. Politanskyi R. L., Nytrebych Z. M., Petryshyn R. I., Kogut I. T., Malanchuk O.M., Vistak M. V. Simulation of the propagation of electromagnetic oscillations by the method of the modified equation of the telegraph line. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2021, Vol. 22 (1). P. 168–174. (Scopus Q4).

23. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** The conditions of existence of a solution of the degenerate two-point in time problem for PDE. *Asian-European Journal of Mathematics*. 2019. Vol. 12 (3). 1950037. (Scopus Q3).

24. Nytrebych Z., Il'kiv V., Pukach P., **Malanchuk O.** The differential-symbol method of constructing the quasipolynomial solutions of two-point in time problem for nonhomogeneous partial differential equation. *Turkish Journal of Mathematics*. 2019. Vol. 43 (3). P. 1241–1252. (Scopus Q3).

25. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** The conditions of existence of a solution of the two-point in time problem for nonhomogeneous PDE. *Italian Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2019. Vol. 41. P. 242–250. (Scopus Q4).

26. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** The differential-symbol method of constructing the quasi-polynomial solutions of two-point problem. *Demonstratio Mathematica*. 2019. Vol. 52 (1). P. 88–96. (Scopus Q3).

27. **Маланчук О. М.** Класифікація проєктів функціонування та розвитку госпітальних округів і структура процесу їх ідентифікації. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2024. № 34 (62). С. 11–18.

28. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Sholudko R., Fedorchuk-Moroz V. Application of forecasting methods in harmonising strategic planning for sustainable development of the state. *Economic Forum*. 2024. Vol. 14 (2). P. 51–64.

29. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Rudynets M. Decision support system for identifying priority projects for the development of medical facilities in the hospital district. *Economic Forum*. 2024. Vol. 14 (3). P. 21–34.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

30. Tryhuba A., **Malanchuk O.** Tryhuba I. Prediction of the Duration of Inpatient Treatment of Diabetes in Children Based on Neural Networks. *5rd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science Workshop (MoMLeT and DS): Workshop Proceedings: CEUR 3426*. Lviv, 2023. P. 122–135. (Scopus Q4).

31. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Tryhuba I., Bandura I. A conceptual model of adaptive value management of project portfolios of creation of hospital districts in Ukraine. *4th International Workshop IT Project Management (ITPM 2023): CEUR Workshop Proceedings*, 3453. Warsaw, 2023. P. 82–95. (Scopus Q4).

32. Nytrebych Z., Il'kiv V., **Malanchuk O.**, Auzinger W. Investigation of mathematical model of acoustic wave propagation through relax environment in ultrasound diagnostics problems. *2rd International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, IDDM 2019: CEUR Workshop Proceedings*, 2488. Lviv, 2019. P. 280–289. (Scopus Q4).

33. Nytrebych Z., Pukach P., Ilkiv V., Malanchuk O. Analytical method of investigation of wave processes in mathematical models of some dynamic systems. *15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM)*. Polyana, Ukraine, 2019, P. 10–14, 8779264. (Scopus Q4).

34. Nytrebych Z., Ilkiv V., **Malanchuk O.**, Pukach P., On the Modeling of the Oscillating Process of Longitudinal Elastic Body by Two-Point Problem, *IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. Lviv, Ukraine, 2019. P. 75–79. (Scopus Q4).

35. Vovk M., **Malanchuk O.**, Kohut I., Pukach P., Nytrebych Z., Ilkiv V., Modified Mathematical Model of Vibrations of a Long-sized Plate and its Application to the Analysis of MEMS Structures, *IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*. Lviv, Ukraine, 2019. P. 105-109. (Scopus Q4).

36. Tryhuba A., Tryhuba I., **Malanchuk O.**, Marmulyak A. A deep neural network model for predicting the competitive score of social projects for community development. *Proceedings of the 6th International Workshop on Modern Machine Learning Technologies (MoMLLeT-2024)*. Vol. 3711. Lviv, 2024. P. 55–74. (Scopus Q4).

37. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** Simulation of the Processes in Electrical Engineering Systems via the Two-Point Problem for Telegraph Equation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, CAD in Machinery Design: Implementation and Educational Issues (CADMD 2020)*. Vol. 1016. Lviv, 2020, P. 1–8.

38. Tryhuba A., **Malanchuk O.**, Tryhuba I., Sholudko R., Seleznov R. A model for optimizing the portfolio of hospital district development projects based on a genetic algorithm. *IEEE 19th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT-2024*. Lviv, 2024, 195025. P. 1–4. (Scopus Q4).

39. Nytrebych Z., Il'kiv V., **Malanchuk O.** On the modeling process of ultrasonic wave propagation in a relaxation medium by the three-point in time problem. *3rd International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, IDDM 2020, CEUR Workshop Proceedings, 2753*. Lviv, 2020. P. 72–81. (Scopus Q4).

40. Tryhuba A., **Malanchuk O.**, Tryhuba I., Marmulyak A. Decision support system for initiating projects of medical and social development in regions. *Proceedings of the 5nd International Workshop IT Project Management (ITPM 2024)*. Bratislava, Slovakia, 2024. P. 204–218. (Scopus Q4).

41. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** The Two-Point Problem as the Mathematical Model of the Oscillation Process of a Longitudinal Body. *Advances in Intelligent Systems and Computing V. Selected Papers from the International Conference on Computer Science and Information Technologies, CSIT 2020*. Zbarazh, 2020. P. 540–550. (Scopus Q4).

42. **Malanchuk O.**, Vistak M., Politanskyi R., Andrusyak I. Analysis of a Mathematical Model of Plate Structures Oscillations in MEMS. *IEEE XVIth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*. Lviv, 2020. P. 1–4. (Scopus Q4).

43. **Malanchuk O.**, Tryhuba A., Tryhuba I., Sholudko R., Pankiv O. A Neural Network Model-based Decision Support System for Time Management in Pediatric Diabetes Care Projects. *IEEE 18th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT-2023*, Lviv, 2023. 195025. P. 1–4. (Scopus Q4).

44. Nytrebych Z., **Malanchuk O.** On Simulation of Electromagnetic Fields Strength by Two-Point in Time Problem for Telegraph Equation. *IEEE 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, Lviv-Slavske, 2020. P. 478–481. (Scopus Q4).

45. Politanskyi R., **Malanchuk O.**, Vistak M. Simulation of Slowwave Spiral Structures Based on Analytical Model. *IEEE 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM 2023): Proceedings*, Lviv, 2023. P. 37–40. (Scopus Q4).

46. Тригуба А. М., Тригуба І. Л., **Маланчук О. М.**, Шолудько Я. В. Архітектура інтелектуальної інформаційної системи планування проєктів лікування пацієнтів. *Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому комплексі: матеріали XII Міжнар. наук. конференції* (Львів, 04-06 жовтня 2023 р.). Львів : ЛНУП, 2023. С. 76–78.

47. Тригуба А. М., Тригуба І. Л., Мармуляк А. С., **Маланчук О. М.** Моніторингу відбору соціальних проєктів із використанням веб-парсингу. *Управління проєктами у розвитку суспільства: Управління проєктами післявоєнної розбудови України: тези XXI Міжнародної конференції*. Київ: КНУБА, 2024. С.233–237.

48. Тригуба А. М., **Маланчук О. М.**, Мармуляк А. С., Паньків О. В., Шолудько Р. Я. Алгоритм та програмні модулі моніторингу процесу відбору соціальних проєктів із використанням веб-парсингу. *Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних*

розробок за заг. ред. В. І. Лопушняка, Б. І. Гулька. Вип. 24. Львів: Львів. нац. ун-т. природ., 2024. С. 17.

49. **Маланчук О.**, Паньків О., Шолудько Р. Особливості антикризового управління проектами функціонування медичних лабораторій в умовах надзвичайного та воєнного стану. *Зб. наук. праць XIX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. Львів: ЛДУ БЖД, 2024. С. 366–370.*

50. Тригуба А. М., **Маланчук О. М.**, Тригуба І. Л., Шолудько Я. В. Класифікація проєктів функціонування та розвитку госпітальних округів і структура процесу їх ідентифікації. *Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції (Коблево, 9–13 вересня 2024 р.). Харків: ХНУРЕ, 2024. С. 225–229.*

Додаток Б

Відомості про апробацію результатів дисертації

1. XV Міжнародна конференція з досвіду проектування та застосування систем автоматизованого проектування (CADSM)

с. Поляна-Свалява (Закарпаття): Національний університет «Львівська політехніка», 26 лютого – 2 березня 2019 р., форма участі – очна.

2. XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Інформатика та інформаційні технології» (CSIT 2019)

м. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 17-20 вересня 2019 р., форма участі – очна.

3. II Міжнародна конференція з інформатики та медицини, керованої даними (IDDM 2019)

м. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», Львівський державний медичний університет імені Данила Галицького, Національний університет «Запорізька політехніка», 11-13 листопада 2019 р., форма участі – очна.

4. XV Міжнародна конференція «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та комп'ютерної інженерії» (TCSET-2020)

с. Славське: Національний університет «Львівська політехніка», 25-29 лютого 2020 р., форма участі – заочна.

5. XVI Міжнародна конференція «Перспективні технології та методи проектування MEMC» (MEMSTECH-2020)

м. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 22-26 квітня 2020 р., форма участі – очна.

6. XV Міжнародна науково-технічна конференція «Інформатика та інформаційні технології» (CSIT 2020)

м. Збараж: Національний університет «Львівська політехніка», 23-26 вересня 2020 р., форма участі – очна.

7. III Міжнародній конференції з інформатики та медицини, керованої даними (IDDM 2020)

м. Векше, Швеція: Національний університет «Львівська політехніка», Львівський державний медичний університет імені Данила Галицького, Національний університет «Запорізька політехніка», 19-21 листопада 2020 р., форма участі – заочна.

8. XXVIII Міжнародна українсько-польська конференція «САПР у впровадженні проектування машин та питання освіти» (CADMD 2020)

м. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 26-27 листопада 2020 р., форма участі – очна.

9. XVII Міжнародна конференція з досвіду проектування та застосування систем автоматизованого проектування (CADSM)

м. Ярослав, Польща: Лодзький технічний університет, 22-25 лютого 2023 р., форма участі – очна.

10. IV Міжнародний семінар «Управління IT-проектами» (ITPM 2023)

м. Варшава, Польща: Українська асоціація управління проектами «УКРНЕТ», 19 травня 2023 р., форма участі – очна.

11. V Міжнародний семінар з сучасних технологій машинного навчання (MoMLeT та DS 2023)

м. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 3 червня 2023 р., форма участі – очна.

12. XII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому комплексі» (ITEA-2023)

м. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 4-6 жовтня 2023 р., форма участі – очна.

13. XVIII Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» (CSIT 2023)

м. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 19-21 жовтня 2023 р., форма участі – очна.

14. XIX Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, курсантів та студентів

м. Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 28-29 березня 2024 р., форма участі – очна.

15. V Міжнародний семінар «Управління IT-проєктами» (ITPM 2024)

м. Братислава, Словаччина: Українська асоціація управління проєктами «УКРНЕТ», 22 травня 2024 р., форма участі – заочна.

16. XXI Міжнародна конференція «Управління проєктами у розвитку суспільства»

м. Київ: Київський національний університет будівництва та архітектури, 24 травня 2024 р., форма участі – заочна.

17. VI Міжнародний семінар з сучасних технологій машинного навчання (MoMLeT та DS 2024)

с. Світязь: Волинський національний університет імені Лесі Українки, 31 травня - 2 червня 2024 р., форма участі – очна.

18. Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами»

м. Коблево: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 09-13 вересня 2024 р., форма участі – заочна.

19. XIII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому комплексі» (ITEA-2024)

м. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2-4 жовтня 2024 р., форма участі – очна.

20. XIX Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» (CSIT 2024)

м. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 16-19 жовтня 2024 р., форма участі – очна.

Додаток В

Складові концептуальної схеми дисертації

Таблиця А.1 – Характеристика основних наукових результатів дослідження

№ позиції	Наукові результати	Відповідність пункту паспорта спеціальності 05.13.22
Вперше розроблено		
1	Методологію адаптивно-ціннісного управління, а саме моделі, методи та засоби управління проектами РМЗГО, що базуються на комбінуванні гнучкості проектного управління із врахуванням мінливого проектного середовища	п. 1
2	Адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами РМЗГО, який базується на обґрунтованих принципах та управлінських процесах	п. 2
3	Диференціально-символьний підхід до управління проектами ФРГО, який базується на використанні диференціальних рівнянь та символічних обчислень	п. 3
4	Концептуальну модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проектів створення госпітальних округів та модель оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів	п. 4
5	Адаптивно-ціннісний метод ініціації проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів, який базується на використанні обчислювального інтелекту	п. 4
6	Нейромережеву модель прямого зв'язку для прогнозування тривалості життєвого циклу проектів стаціонарного лікування пацієнтів	п. 4
7	Диференціально-символьні моделі планування медичних проектів, оцінення їх ризиків та синергетичного управління їх портфелем	п. 5
Удосконалено		
8	Метод адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проектного середовища	п. 4
9	Структурну модель системи планування медичних проектів на основі обчислювального інтелекту	п. 4
10	Науково-методичні засади планування проектів РМЗГО	п. 4, 5
Отримали подальший розвиток		
11	Методологія управління проектами розвитку медичних закладів, а також термінологія та база знань у сфері проектного управління	п. 1

Додаток Д

Опис взаємозв'язків між складовими проєктного середовища проєктів розвитку госпітальних округів

Таблиця Д.1 – Характеристика взаємозв'язків між складовими проєктного середовища проєктів розвитку госпітальних округів

Умовне позначення	Опис взаємозв'язків	Рекомендації щодо стратегічного планування проєктів розвитку госпітальних округів
1	2	3
A → B	Інвестиції в медичну інфраструктуру (A) позитивно впливають на якість медичних послуг (B)	Передбачити вкладення коштів у модернізацію обладнання та будівництво нових медичних закладів для підвищення якості медичних послуг. Забезпечити пріоритетне оновлення застарілого обладнання та впровадження нових технологій.
A → G	Інвестиції в медичну інфраструктуру (A) позитивно впливають на доступність медичних послуг (G)	Забезпечити рівномірний розподіл інвестицій по всьому регіону, зокрема в сільські та віддалені райони. Розширювати мережу медичних установ, щоб скоротити час та відстань до медичних послуг для населення.
B → C	Якість медичних послуг (B) позитивно впливає на задоволеність пацієнтів (C).	Впроваджувати системи контролю якості та моніторингу медичних послуг. Підвищувати кваліфікацію медичного персоналу через регулярне навчання та тренінги.

продовження табл. Д.1

1	2	3
B → D	Якість медичних послуг (B) позитивно впливає на залучення персоналу (D).	Підвищувати стандарти медичних послуг для залучення кращих фахівців. Створювати сприятливі умови праці та пропонувати конкурентоспроможні заробітні плати.
C → H	Задоволеність пацієнтів (C) позитивно впливає на репутацію госпітального округу (H).	Враховувати відгуки пацієнтів та впроваджувати програми покращення якості медичних послуг на основі їхніх потреб та побажань. Проводити регулярні опитування задоволеності пацієнтів.
C → I	Задоволеність пацієнтів (C) позитивно впливає на фінансову підтримку (I).	Використовувати позитивні відгуки пацієнтів для залучення додаткових фінансових ресурсів. Презентувати успішні кейси інвесторам та донорам.
D → B	Залучення персоналу (D) позитивно впливає на якість медичних послуг (B).	Розробити заходи щодо залучення та утримання кваліфікованого медичного персоналу. Забезпечити безперервне професійне навчання та розвиток працівників.
D → E	Залучення персоналу (D) позитивно впливає на інновації в медичних технологіях (E).	Створювати умови для творчої та науково-дослідницької діяльності медичного персоналу. Впроваджувати програми стажування та співпраці з науковими установами.

продовження табл. Д.1

1	2	3
E → B	Інновації в медичних технологіях (E) позитивно впливають на якість медичних послуг (B).	Інвестувати у новітні медичні технології та сприяти їх впровадженню у практичну медицину. Відстежувати, аналізувати та впроваджувати світові тенденції та досвід інших країн.
E → F	Інновації в медичних технологіях (E) позитивно впливають на ефективність управління ресурсами (F).	Використовувати нові технології для оптимізації процесів управління ресурсами. Впроваджувати інформаційні системи для автоматизації та моніторингу ресурсів.
F → G	Ефективність управління ресурсами (F) позитивно впливає на доступність медичних послуг (G).	Забезпечити ефективне планування та розподіл ресурсів для максимального охоплення населення медичними послугами. Зменшити витрати та втрати через оптимізацію логістики та постачання ресурсів.
G → C	Доступність медичних послуг (G) позитивно впливає на задоволеність пацієнтів (C).	Забезпечувати покращення логістики для підвищення доступності медичних послуг. Забезпечити достатню кількість медичних закладів та пунктів першої допомоги.

продовження табл. Д.1

1	2	3
G → J	Доступність медичних послуг (G) позитивно впливає на зниження смертності (J).	Розширювати мережу медичних закладів, особливо в районах з високим рівнем смертності. Забезпечити доступність медичних послуг 24/7.
A → I	Інвестиції в медичну інфраструктуру (A) негативно впливають на фінансову підтримку (I).	Проводити детальний аналіз та планування інвестицій для уникнення зайвих витрат. Залучати додаткові джерела фінансування для збалансування бюджету.
F → D	Ефективність управління ресурсами (F) негативно впливає на залучення персоналу (D).	Забезпечити справедливий розподіл ресурсів та уникати надмірної економії, яка може негативно вплинути на умови праці. Забезпечити підтримку та мотивацію персоналу.
G ↔ E	Доступність медичних послуг (G) і інновації в медичних технологіях (E) мають двосторонній зв'язок.	Враховувати взаємозалежність між інноваціями та доступністю до медичних послуг. Створювати умови для впровадження інновацій, які підвищують доступність медичних послуг, і навпаки.

Додаток Е

**Результати дослідження впливу мінливих складових проєктного середовища
на визначення оптимального портфеля проєктів розвитку госпітальних
округів**

```
Generation 1160: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1161: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1162: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1163: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1164: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1165: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1166: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1167: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1168: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1169: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1170: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1171: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1172: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1173: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1174: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1175: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1176: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1177: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1178: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1179: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1180: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1181: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1182: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1183: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1184: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1185: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1186: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1187: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1188: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1189: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1190: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1191: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1192: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1193: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1194: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1195: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1196: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1197: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1198: Best Fitness = 10.4975872
Generation 1199: Best Fitness = 10.4975872
```

Прослідковується, що
результати
повторюються в кінці
ітерації

Рисунок Е.1 – Фрагмент результатів оптимізації портфеля проєктів розвитку госпітального округу із використанням генетичного алгоритму за доступного бюджету 400 тис.\$

Таблиця Е.1 – Результати визначення впливу мінливих складових проектного середовища на оптимізацію портфеля проектів розвитку госпітальних округів

Складова	Варіант						
	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
Вплив доступного бюджету для реалізації портфеля проектів							
Загальний бюджет, тис.\$	300	350	375	400	425	450	500
Інтегрований показник цінності портфеля	5.003	9.624	10.498	10.498	21.078	23.683	28.947
Використаний бюджет портфеля, тис.\$	300	340	370	370	420	450	460
Кількість проектів, од	3	3	3	3	4	4	4
Вплив розміру популяції							
Розмір популяції	100	120	150	180	200	220	250
Інтегрований показник цінності портфеля	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498
Використаний бюджет портфеля, тис.\$	370	370	370	370	370	370	370
Кількість проектів, од	3	3	3	3	3	3	3
Вплив кількості поколінь							
Кількість поколінь	500	700	1000	1200	1500	1700	2000
Інтегрований показник цінності портфеля	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498
Використаний бюджет портфеля, тис.\$	370	370	370	370	370	370	370
Кількість проектів, од	3	3	3	3	3	3	3

1	2	3	4	5	6	7	8
Вплив розміру турніру							
Розмір турніру	5	6	7	8	9	10	12
Інтегрований показник цінності портфеля	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498
Використаний бюджет портфеля, тис.\$	370	370	370	370	370	370	370
Кількість проєктів, од	3	3	3	3	3	3	3
Вплив ймовірності мутації							
Ймовірність мутації	0.01	0.02	0.05	0.07	0.1	0.12	0.15
Інтегрований показник цінності портфеля	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498	10.498
Використаний бюджет портфеля, тис.\$	370	370	370	370	370	370	370
Кількість проєктів, од	3	3	3	3	3	3	3

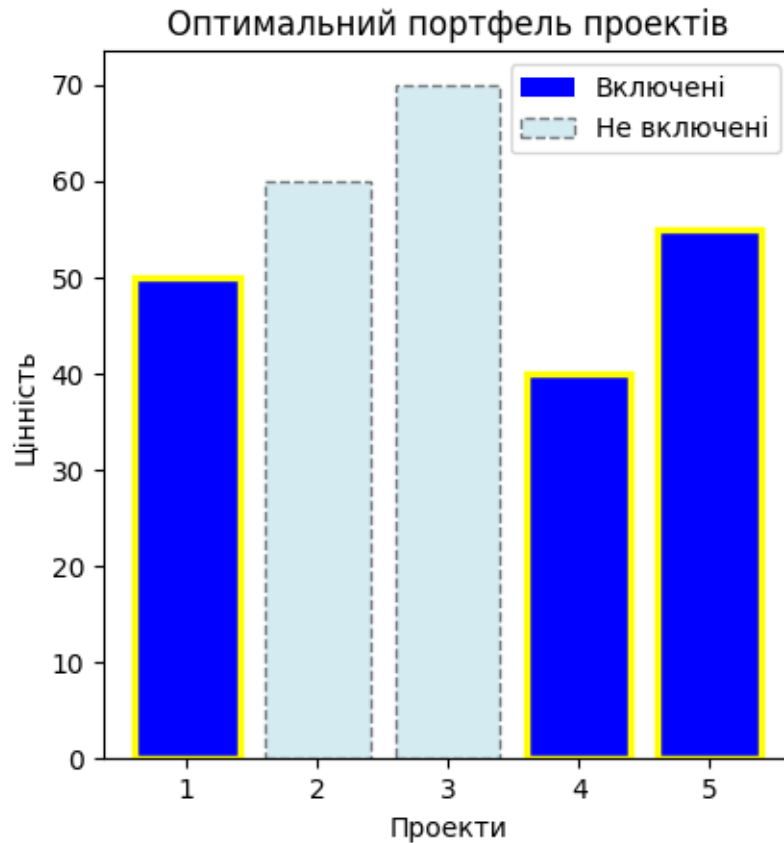


Рисунок Е.2 – Результати оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму за доступного їх бюджету 300 тис.\$:

Оптимальний портфель: [1, 0, 0, 1, 1]

З інтегрованим показником: 5.003

Загальний бюджет: 300 тис.\$

Проект 1: Цінність = 50, Бюджет = 100 тис.\$

Проект 4: Цінність = 40, Бюджет = 90 тис.\$

Проект 5: Цінність = 55, Бюджет = 110 тис.\$

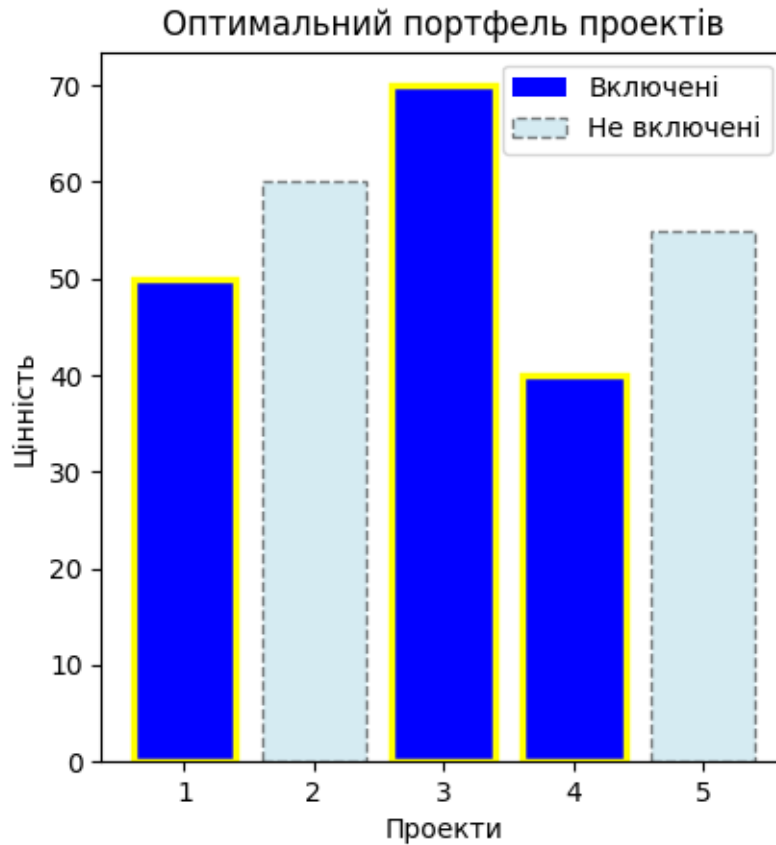


Рисунок Е.3 – Результати оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму за доступного їх бюджету 350 тис.\$:

Оптимальний портфель: [1, 0, 1, 1, 0]

З інтегрованим показником: 9.624

Загальний бюджет: 340 тис.\$

Проект 1: Цінність = 50, Бюджет = 100 тис.\$

Проект 3: Цінність = 70, Бюджет = 150 тис.\$

Проект 4: Цінність = 40, Бюджет = 90 тис.\$

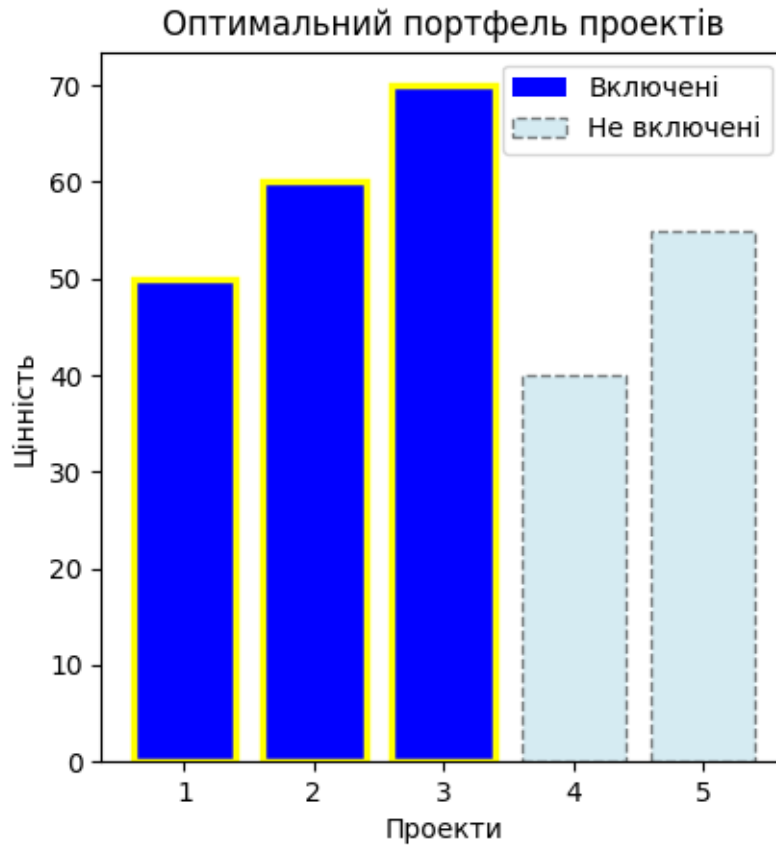


Рисунок Е.4 – Результати оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму за доступного їх бюджету 375 тис.\$:

Оптимальний портфель: [1, 1, 1, 0, 0]

З інтегрованим показником: 10.498

Загальний бюджет: 370 тис.\$

Проект 1: Цінність = 50, Бюджет = 100 тис.\$

Проект 2: Цінність = 60, Бюджет = 120 тис.\$

Проект 3: Цінність = 70, Бюджет = 150 тис.\$

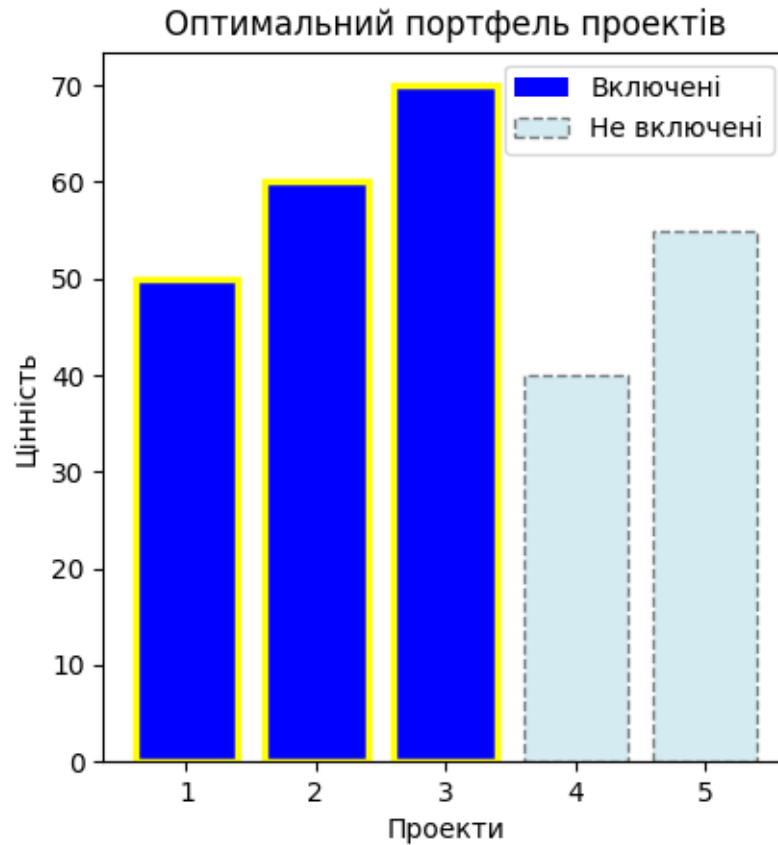


Рисунок Е.5 – Результати оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму за доступного їх бюджету 400 тис.\$:

Оптимальний портфель: [1, 1, 1, 0, 0]

З інтегрованим показником: 10.498

Загальний бюджет: 370 тис.\$

Проект 1: Цінність = 50, Бюджет = 100 тис.\$

Проект 2: Цінність = 60, Бюджет = 120 тис.\$

Проект 3: Цінність = 70, Бюджет = 150 тис.\$

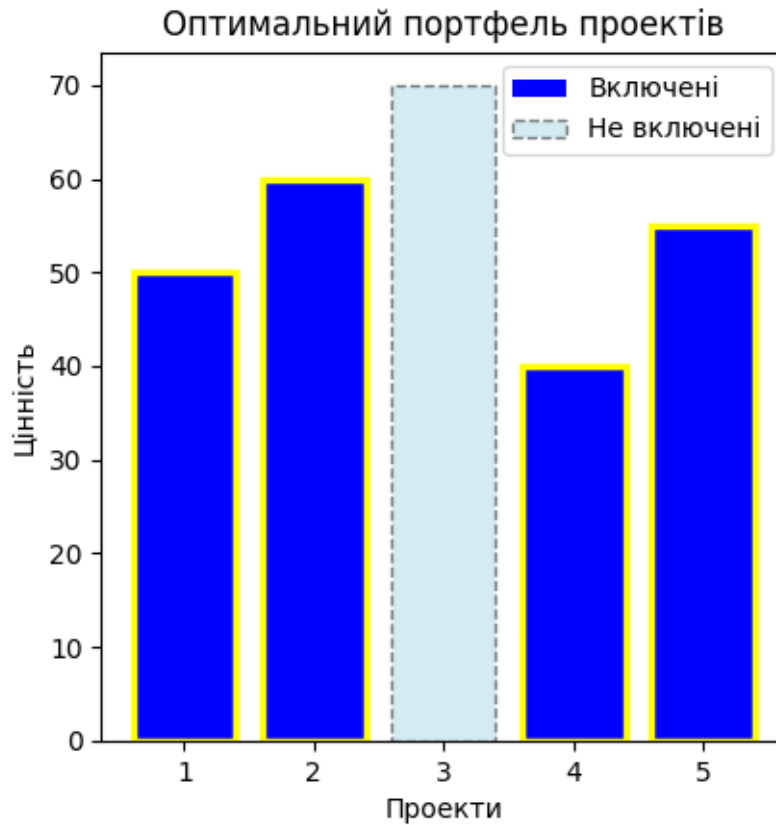


Рисунок Е.6 – Результати оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму за доступного їх бюджету 425 тис.\$:

Оптимальний портфель: [1, 1, 0, 1, 1]

З інтегрованим показником: 21.078

Загальний бюджет: 420 тис.\$

Проект 1: Цінність = 50, Бюджет = 100 тис.\$

Проект 2: Цінність = 60, Бюджет = 120 тис.\$

Проект 4: Цінність = 40, Бюджет = 90 тис.\$

Проект 5: Цінність = 55, Бюджет = 110 тис.\$

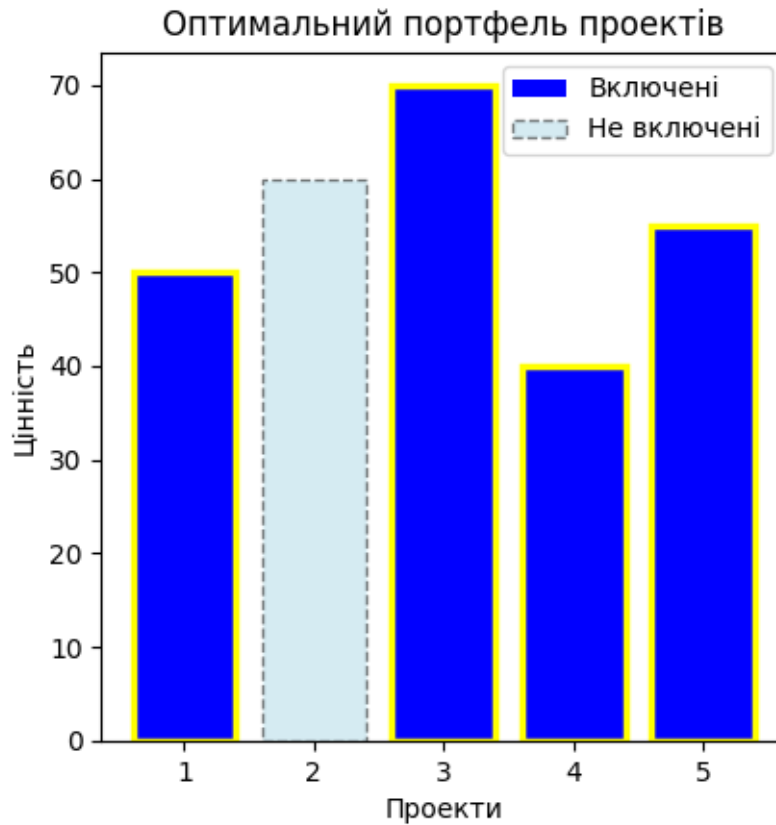


Рисунок Е.7 – Результати оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму за доступного їх бюджету 450 тис.\$:

Оптимальний портфель: [1, 0, 1, 1, 1]

З інтегрованим показником: 23.683

Загальний бюджет: 450 тис.\$

Проект 1: Цінність = 50, Бюджет = 100 тис.\$

Проект 3: Цінність = 70, Бюджет = 150 тис.\$

Проект 4: Цінність = 40, Бюджет = 90 тис.\$

Проект 5: Цінність = 55, Бюджет = 110 тис.\$

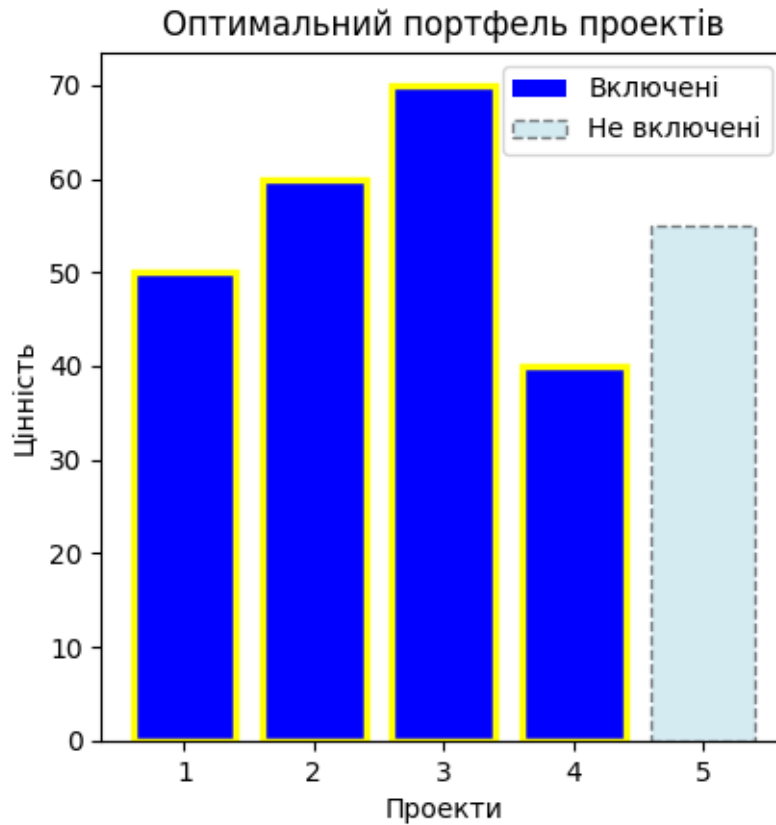


Рисунок Е.8 – Результати оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму за доступного їх бюджету 500 тис.\$:

Оптимальний портфель: [1, 1, 1, 1, 0]

З інтегрованим показником: 28.947

Загальний бюджет: 460 тис.\$

Проект 1: Цінність = 50, Бюджет = 100 тис.\$

Проект 2: Цінність = 60, Бюджет = 120 тис.\$

Проект 3: Цінність = 70, Бюджет = 150 тис.\$

Проект 4: Цінність = 40, Бюджет = 90 тис.\$

Додаток Ж

Результати оцінення вимог до методів та моделей диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів

Таблиця Ж.1 – Початкові дані для оцінення вимог до методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

Показник	Опис	Значення
Адаптивність до змін у проєктному середовищі	$R(t) = 5t^2 + 3t + 2$, де t – час у місяцях	$t = 6$
Точність методу	Емпіричні та актуальні дані	$E_1 = 100, A_1 = 95$
		$E_2 = 200, A_2 = 190$
		$E_3 = 150, A_3 = 145$
		$E_4 = 300, A_4 = 290$
Гнучкість та масштабованість	Максимальна і мінімальна можливість	$C_{max} = 100$
		$C_{min} = 40$
Інтеграція з існуючими інформаційними системами	Рівні інтеграції для 3 систем	$I_1 = 80$
		$I_2 = 70$
		$I_3 = 90$
Комплексний аналіз і моделювання взаємозв'язків	Значення чинників	$X_1 = 50, Y_1 = 25$
		$X_2 = 70, Y_2 = 35$
		$X_3 = 90, Y_3 = 45$
Оптимізація	Значення варіантів	$C_1 = 500, x_1 = 4$
		$C_2 = 600, x_2 = 3$
		$C_3 = 700, x_3 = 2$
Забезпечення підтримки прийняття управлінських рішень	Ваги та значення критеріїв	$W_1 = 0.4, S_1 = 85$
		$W_2 = 0.3, S_2 = 90$
		$W_3 = 0.3, S_3 = 80$

Таблиця Ж.2 – Результати оцінення вимог до методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

Параметр	Опис	Значення	
		з використанням методу	без використання методу
Зміна проєктного середовища (ΔE)	Відсоткова зміна в проєктному середовищі	15%	20%
Точність прогнозування (P)	Відсоткова похибка прогнозування	4.04%	10%
Гнучкість (F)	Час реакції на зміни (в годинах)	6	10
Інтеграція (I)	Кількість інтегрованих систем	24	18
Комплексний аналіз (C)	Кількість взаємозв'язаних показників	10	7
Оптимізація (O)	Кількість оптимізованих процесів	520	600
Підтримка прийняття рішень (D)	Відсоток рішень, що підтримуються автоматично	85%	70%

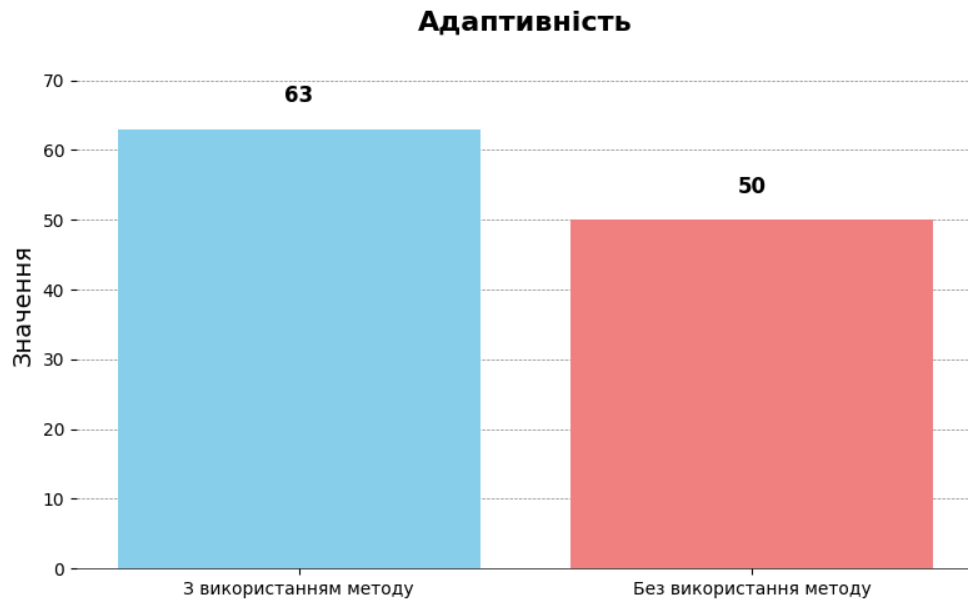


Рисунок Ж.1 – Результати оцінення адаптивності до змін у проектному середовищі за використання методу диференціально-символьного планування проектів медичної підтримки населення громад

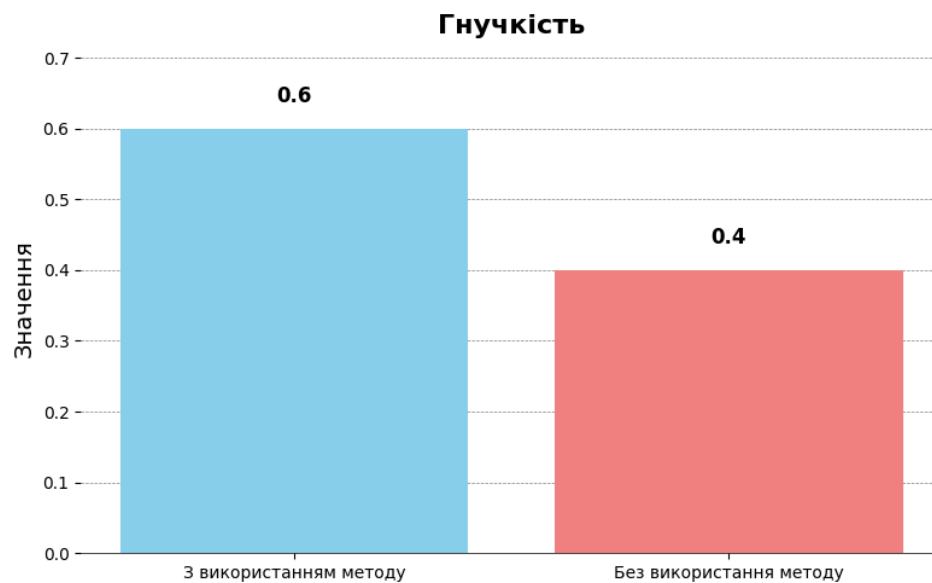


Рисунок Ж.2 – Результати оцінення гнучкості та масштабованості за використання методу диференціально-символьного планування проектів медичної підтримки населення громад

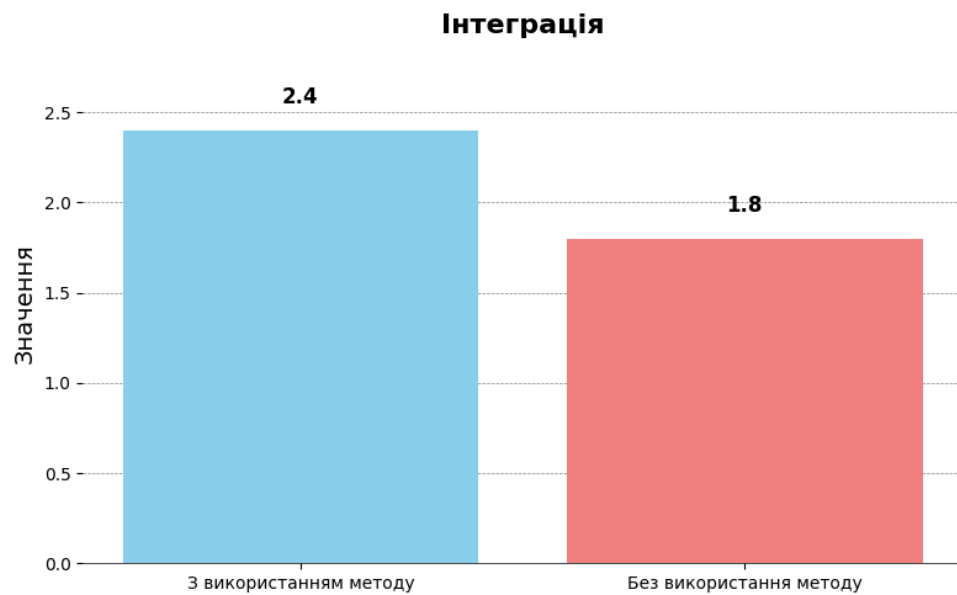


Рисунок Ж.3 – Результати оцінення інтеграції за використання методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

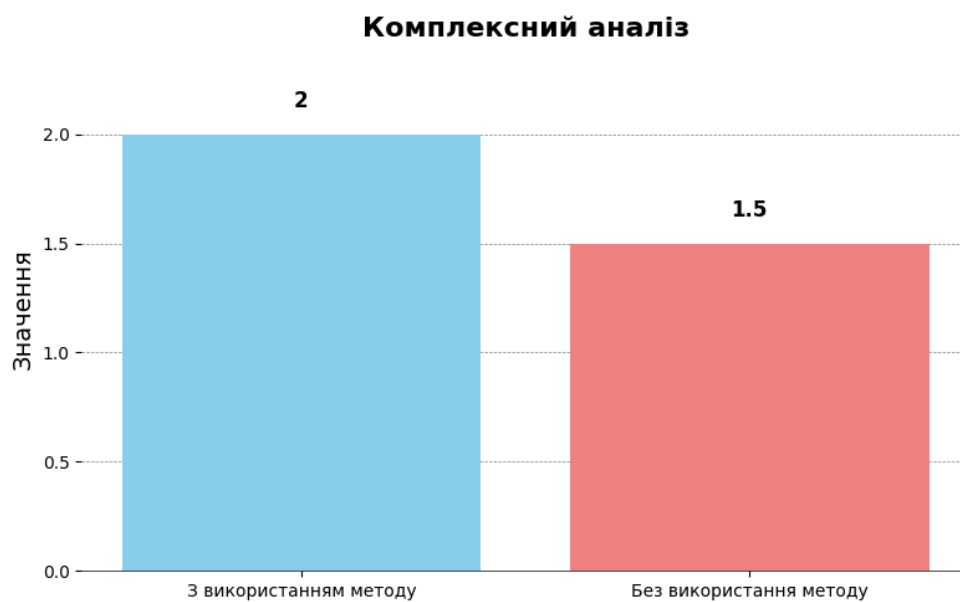


Рисунок Ж.4 – Результати оцінення комплексного аналізу за використання методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

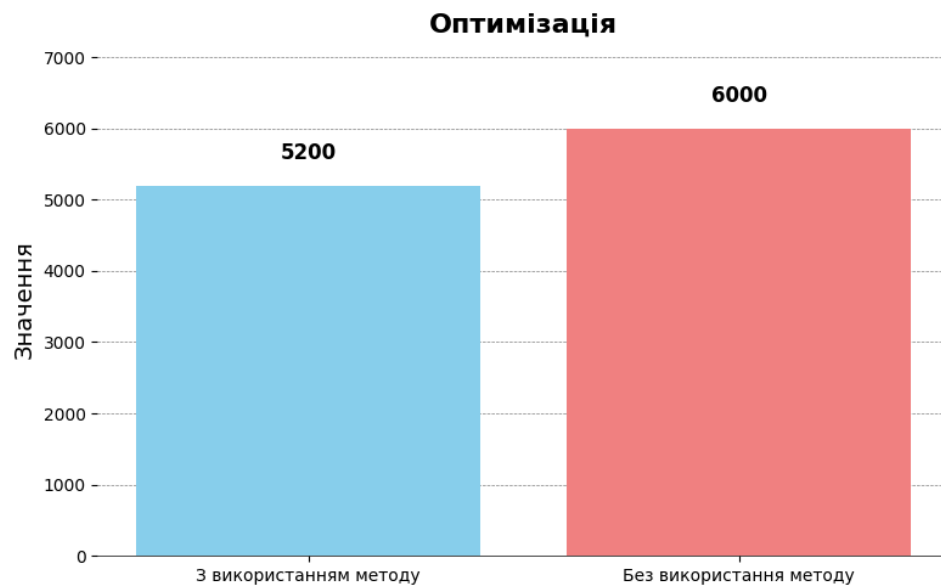


Рисунок Ж.5 – Результати оцінення оптимізації за використання методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

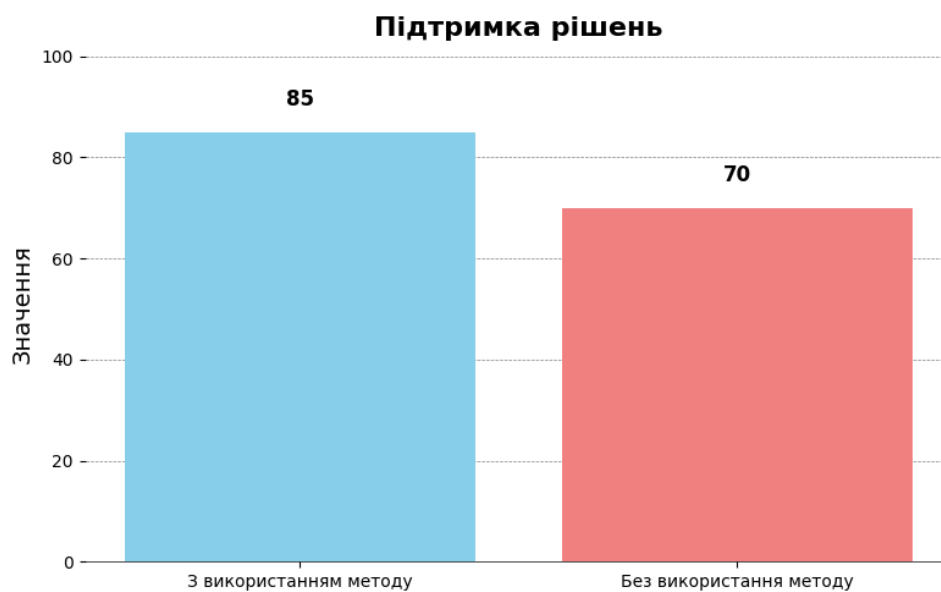


Рисунок Ж.6 – Результати оцінення підтримки прийняття рішень за використання методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

Додаток 3

Результати планування медичних проєктів підтримки населення громад

Таблиця 3.1 – Початкові дані для оптимізації сценарію реалізації проєкту медичної підтримки населення громади

Показник	Позначення	Одиниця виміру	Значення
Відсоток здорового населення, яке взяло участь у просвітницьких заходах	initial_Y1	%	41
Відсоток здорового населення, які взяли участь у вакцинації	initial_Y2	%	55
Відсоток здорового населення, які отримали освіту про здоров'я	initial_Y3	%	65
Базове значення бюджету проєкту	initial_B	дол. США	50000
Базове значення наявних людських ресурсів, які призначено для впровадження заходів у громаді	initial_E	дол. США	15000
Початкова тривалість виконання робіт у проєкті	initial_T	місяців	12
Початковий час моделювання	start_time	місяць	0
Кінцевий час моделювання	end_time	місяць	24
Кількість точок для чисельного розв'язку диференціальних рівнянь	num_points	од	20

Таблиця 3.2 – Результати чисельного розв’язку диференціальних рівнянь

Номер точки для чисельного розв’язку	Time (months)				Номер точки для чисельного розв’язку	Time (months)			
	initial_Y1	initial_Y2	initial_Y3			initial_Y1	initial_Y2	initial_Y3	
0	0.00000 0	4.100000e +01	5.500000e +01	6.500000e +01	10	12.6315 79	3.992236e +09	2.006697e +09	5.989414e +09
1	1.26315 8	3.312665e +04	1.668550e +04	4.970227e +04	11	13.8947 37	1.411886e +10	7.096846e +09	2.118204e +10
2	2.52631 6	1.501364e +05	7.550047e +04	2.252480e +05	12	15.1578 95	4.993241e +10	2.509852e +10	7.491187e +10
3	3.78947 4	5.639500e +05	2.835038e +05	8.460783e +05	13	16.4210 53	1.765896e +11	8.876275e +10	2.649313e +11
4	5.05263 2	2.027431e +06	1.019123e +06	3.041689e +06	14	17.6842 11	6.245218e +11	3.139159e +11	9.369487e +11
5	6.31578 9	7.203139e +06	3.620692e +06	1.080663e +07	15	18.9473 68	2.208666e +12	1.110186e +12	3.313586e +12
6	7.57894 7	2.550740e +07	1.282133e +07	3.826788e +07	16	20.2105 26	7.811108e +12	3.926253e +12	1.171874e +13
7	8.84210 5	9.024174e +07	4.536005e +07	1.353866e +08	17	21.4736 84	2.762455e +13	1.388548e +13	4.144416e +13
8	10.1052 63	3.191794e +08	1.604356e +08	4.788539e +08	18	22.7368 42	9.769620e +13	4.910699e +13	1.465703e +14
9	11.3684 21	1.128834e +09	5.674084e +08	1.693551e +09	19	24.0000 00	3.455097e +14	1.736704e +14	5.183563e +14

Таблиця 3.3 – Результати оптимізації сценарію реалізації проєкту медичної підтримки населення громади

Сценарій	Y1	Y2	Y3	Використаний бюджет	Використані ресурси	Тривалість, місяців
Базовий	41	55	65	50000.0	15000.0	12.0
Оптимальний	51	67	80	45000.0	14250.0	9.6

Додаток Й

Результати оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад

Таблиця Й.1 – Початкові дані для оцінення ризику проєктів медичної підтримки населення громад

Початковий відсоток здорового населення, %	Початковий бюджет, грн.	Тривалість проєкту, місяців	Крок часу, місяців	Коефіцієнт впливу заходів на здоров'я, α	Коефіцієнт витрат бюджету на покращення здоров'я, β	Коефіцієнт зменшення ризику, γ
60	1000000	24	1	0.1	0.05	0.02

Таблиця Й.2 – Результати моделювання ризику на підставі чисельного розв'язку диференціальних рівнянь

Тривалість, місяців	Відсоток здорового населення, %	Бюджет проєкту, грн	Ризик
1	62.40	1000000	0.80
2	64.75	998600	0.75
3	67.03	997200	0.71
4	69.24	995800	0.66
5	71.37	994400	0.62
...
19	91.38	981580	0.19
...
22	93.55	978600	0.14
23	94.16	977200	0.13
24	94.71	975800	0.12

Додаток К

Акти впровадження науково-дослідної роботи у виробництво



ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ

**ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛАСНА ВІЙСЬКОВА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я**

 вул. М.Грушевського, 8, м. Тернопіль, 46021, тел.: (0352) 52-10-71, факс: 52-25-83
 E-mail: mail.uozodater@te.gov.ua Web: <http://uozter.gov.ua> Код згідно з ЄДРПОУ 02013171

 від 30.10.2024 № 6338/09-01 На № _____ від _____
АКТ**впровадження результатів дисертаційної роботи**

Маланчук Оксани Михайлівни

 на тему: «**Методологія адаптивно-ціннісного управління
проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах**»
 у департаменті охорони здоров'я
 Тернопільської обласної військової адміністрації

Акт складено про те, що результати дисертаційних досліджень Оксани МАЛАНЧУК апробовано та впроваджено в роботу департаменту охорони здоров'я Тернопільської обласної військової адміністрації.

Впроваджені методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів госпітальних округів, а також моделі, методи та засоби управління зазначеними проектами, які базуються на адаптивно-ціннісному та диференціально-символьному підходах, що передбачають врахування мінливого проєктного середовища, дозволяють підвищити ефективність планування, моніторингу та коригування проєктів розвитку медичних закладів з урахуванням ресурсних обмежень.

Результати науково-дослідної роботи на тему «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах» успішно впроваджено у діяльність департаменту охорони здоров'я Тернопільської обласної військової адміністрації.

 Директор департаменту
 охорони здоров'я Тернопільської
 обласної військової адміністрації


Ольга ЯРМОЛЕНКО

«Затверджую»
 Директор КНП ЛОР «Львівська
 обласна інфекційна клінічна
 лікарня» **Сергій ФЕДОРЕНКО**
 « 27 » серпня 2024



АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи
 Маланчук Оксани Михайлівни
**«Методологія адаптивно-ціннісного управління
 проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах»**
 у КНП ЛОР «Львівська обласна інфекційна клінічна лікарня»

Акт складено про те, що результати дисертаційних досліджень на тему «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах» Оксани МАЛАНЧУК апробовано та впроваджено в роботу КНП ЛОР «Львівська обласна інфекційна клінічна лікарня».

Впроваджено методологію, моделі та методи адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів, що дозволяють підвищити ефективність планування, моніторингу та коригування проектів розвитку медичних закладів з урахуванням мінливого проектного середовища та ресурсних обмежень, методику та комп'ютерну програму для прогнозування, зокрема комп'ютерну програму для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки.

**Відповідальний за впровадження,
 заступник директора з медичної частини
 КНП ЛОР «Львівська обласна інфекційна
 клінічна лікарня»**

Андрій ОРФІН





ЛЬВІВСЬКА ОБЛАСНА РАДА
КОМУНАЛЬНЕ НЕКОМЕРЦІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО ЛЬВІВСЬКОЇ
ОБЛАСНОЇ РАДИ «КЛІНІЧНИЙ ЦЕНТР ДИТЯЧОЇ МЕДИЦИНИ»
 вул.Лисенка,31, м.Львів, 79008 тел. (032) 236-80-81 e-mail: lodel.oxmatdvt@gmail.com,
 web: ohmatdyt.lviv.ua
 Код ЄДРПОУ 01996728

№ _____

на № _____

віл _____



ЗАТВЕРДЖУЮ

т.о. генерального директора КНП ЛОР
 «Клінічний центр дитячої медицини»

Богдан МАЛЬОВАНИЙ

12 вересня 2024 р

впровадження результатів дисертаційної роботи
 Маланчук Оксани Михайлівни
**«Методологія адаптивно-ціннісного управління
 проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах»**
 у КНП ЛОР "Клінічний центр дитячої медицини"

Комісія у складі: голови комісії – т.в.о. генерального директора Мальованого Богдана Ярославовича та членів комісії: медичного директора Центру дитячої медицини Яцули Марти Степанівни та завідувача Центру дитячої офтальмології Гудими Наталії Романівни склала цей акт, про впровадження результатів науково-дослідної роботи «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах».

В результаті НДР: 1) розроблено адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами розвитку медичних закладів; 2) виконано підготовку даних для навчання нейромережевої моделі прогнозування тривалості стаціонарного лікування пацієнтів; 3) розроблено алгоритм та інтелектуальну інформаційну систему прогнозування складових медичних проектів; 3) обґрунтовано архітектуру нейромережевої моделі для прогнозування тривалості стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.

У практику комунального некомерційного підприємства Львівської обласної ради "Клінічний центр дитячої медицини" впроваджено: 1) методику та комп'ютерну програму для прогнозування тривалості стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей на основі нейромережевої моделі; 2) рекомендації щодо прийняття управлінських рішень під час планування простів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.

Голова комісії _____

Члени комісії _____

Богдан МАЛЬОВАНИЙ

Марта ЯЦУЛА

Наталія ГУДИМА



«Затверджую»

Генеральний директор
КНП «ІФОДКЛ ІФ ОР»

Тарас МЕЛЬНИК

« 30 » жовтня 2024 р.

Акт

впровадження результатів дисертаційної роботи

Маланчук Оксани Михайлівни

«Методологія адаптивно-ціннісного управління

проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах»

у комунальному некомерційному підприємстві «Івано-Франківська обласна дитяча клінічна лікарня Івано-Франківської обласної ради»

Комісія у складі: голови комісії – генерального директора Мельника Тараса Михайловича та членів комісії: медичного директора КНП «ІФОДКЛ ІФ ОР» Семковича Ярослава Васильовича та завідувачки офтальмологічного відділення Гаврилишин Надії Іванівни склала цей акт про впровадження результатів науково-дослідної роботи «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах».

У результаті НДР: 1) розроблено адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами розвитку медичних закладів; 2) виконано підготовку даних для навчання нейромережевої моделі прогнозування тривалості стаціонарного лікування пацієнтів; 3) розроблено алгоритм та інтелектуальну інформаційну систему прогнозування складових медичних проектів; 3) обґрунтовано архітектуру нейромережевої моделі для прогнозування тривалості стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.

У практику комунального некомерційного підприємства «Івано-Франківська обласна дитяча клінічна лікарня Івано-Франківської обласної ради» впроваджено: 1) методику та комп'ютерну програму для прогнозування тривалості стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей на основі нейромережевої моделі; 2) рекомендації щодо прийняття управлінських рішень під час планування проектів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.

Голова комісії

Члени комісії

Тарас МЕЛЬНИК

Ярослав СЕМКОВИЧ

Надія ГАВРИЛИШИН

«Затверджую»

Генеральний директор
 ДУ «Львівський обласний центр
 контролю та профілактики хвороб»
 МОЗ України


 Наталія ІВАНЧЕНКО
 «18» вересня 2024 р.

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи
 Маланчук Оксани Михайлівни
**«Методологія адаптивно-ціннісного управління
 проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах»**
 у ДУ «Львівський обласний центр контролю та профілактики хвороб»
 МОЗ України

Акт складено про те, що результати дисертаційних досліджень на тему
 «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку
 медичних закладів у госпітальних округах» Оксани МАЛАНЧУК
 апробовано та впроваджено в роботу ДУ «Львівський обласний центр
 контролю та профілактики хвороб» МОЗ України.

Впроваджено методологію адаптивно-ціннісного підходу до
 управління проектами розвитку медичних закладів, що дозволяють
 підвищити ефективність планування, моніторингу та коригування проєктів
 розвитку медичних закладів з урахуванням ресурсних обмежень та мінливого
 проєктного середовища, методик та комп'ютерну програму для просторово-
 часового прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз.

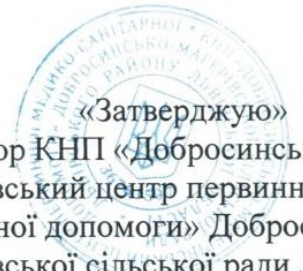
Відповідальний за впровадження:

Заступник генерального директора

ДУ «Львівський обласний центр контролю
 та профілактики хвороб» МОЗ України



Ольга БРЕЗЕЦЬКА


 «Затверджую»
 Директор КНП «Добросинсько-Магерівський центр первинної медико-санітарної допомоги» Добросинсько-Магерівської сільської ради Львівського району Львівської області

Ігор ШЕВЦІВ

« 4 » вересня 2024 р.

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи Маланчук Оксани Михайлівни на тему: «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах» у КНП «Добросинсько-Магерівський центр первинної медико-санітарної допомоги» Добросинсько-Магерівської сільської ради Львівського району Львівської області

Комісія у складі: голови комісії – директора Ігоря Шевціва та членів комісії – лікар загальної практики сімейної медицини Ольга Штерпак, бухгалтер Оксана Милькус склала акт, який підтверджує, що результати дисертаційних досліджень Оксани МАЛАНЧУК були апробовані та впроваджені в роботу Комунального некомерційного підприємства «Добросинсько-Магерівський ЦПМСД» Добросинсько-Магерівської сільської ради Львівського району Львівської області.

Впроваджені диференціально-символьний підхід та моделі управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів, що забезпечують гнучкість та адаптацію до мінливого проектного середовища, орієнтацію на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків.

Комісія засвідчує успішне впровадження науково-дослідної роботи на тему «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах» у діяльність КНП «Добросинсько-Магерівський ЦПМСД» Добросинсько-Магерівської сільської ради Львівського району Львівської області.

Голова комісії

Члени комісії

Бухгалтер

Л. ЗП сімейний - лікар

Ігор Шевців

О. М. Милькус

О. Ю. Штерпак



У К Р А І Н А
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я
КОМУНАЛЬНЕ НЕКОМЕРЦІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«РАВА-РУСЬКА ЛІКАРНЯ» РАВА-РУСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
ЛЬВІВСЬКОГО РАЙОНУ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
 80316, Львівська область, район, м. Рава-Руська, вул. Грушевського, 120
 телефон №42-092, Факс:43-162 e-mail: ravamed@ukr.net

Затверджую
 Директор КНП «Рава-Руська лікарня»
 Рава-Руської міської ради Львівського
 району Львівської області

Марія КОЦУР

« 3 » лютого 2024 р.

АКТ

впровадження у КНП «Рава-Руська лікарня» Рава-Руської міської ради
 Львівського району Львівської області

Комісія у складі: голови комісії – директора Марія Коцур та членів комісії – заступника директора з медичної роботи Юлія Женжера, склала акт, який підтверджує, що результати дисертаційних досліджень Оксани МАЛАНЧУК були апробовані та впроваджені в роботу Комунального некомерційного підприємства «Рава-Руська лікарня» Рава-Руської міської ради Львівського району Львівської області.

Впроваджені диференціально-символьний підхід та моделі управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів, що забезпечують гнучкість та адаптацію до мінливого проектного середовища, орієнтацію на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків.

Комісія засвідчує успішне впровадження науково-дослідної роботи на тему «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах» у діяльність КНП «Рава-Руська лікарня» Рава-Руської міської ради Львівського району Львівської області.

Голова комісії
 Члени комісії

Марія Коцур
 Юлія Женжера



Україна

КОМУНАЛЬНЕ НЕКОМЕРЦІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО
 ЯВОРІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
 ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
 «ЯВОРІВСЬКА ЦЕНТРАЛЬНА РАЙОННА ЛІКАРНЯ»
 вул.Лозинського 4, м.Яворів 81000 тел. (259) 2-13-37, факс (259) 2-30-58
 e.mail: javoriv_hospital@ukr.net

« 1 » лютого 2024р. № _____

АКТ

впровадження результатів дисертаційної роботи
Маланчук Оксани Михайлівни
 на тему: «МЕТОДОЛОГІЯ АДАПТИВНО-ЦІННІСНОГО УПРАВЛІННЯ
 ПРОЕКТАМИ РОЗВИТКУ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ У ГОСПІТАЛЬНИХ
 ОКРУГАХ»
 у КНП ЯМРЛО «Яворівська центральна районна лікарня»

Комісія у складі: голови комісії – директора КНП ЯМРЛО «Яворівська центральна районна лікарня» Маринець Ірини Іванівни та членів комісії – медичного директора Пастушок Світлани Ярославівни, заступника директора з економічних питань Лойко Ірини Зениславівни склала акт про те, що результати дисертаційних досліджень Оксани МАЛАНЧУК апробовано та впроваджені в роботу КНП Яворівської міської ради Львівської області «Яворівська центральна районна лікарня».

Впроваджені адаптивно-ціннісний підхід, моделі та методи управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів, що сприяють підвищенню ефективності планування, контролю та коригування зазначених проектів з урахуванням динамічного проектного середовища та обмеженості ресурсів.

Комісія засвідчує успішне впровадження науково-дослідної роботи на тему «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах» у діяльність КНП Яворівської міської ради Львівської області «Яворівська центральна районна лікарня».

Голова комісії

Члени комісії



Ірина МАРИНЕЦЬ

Світлана ПАСТУШОК

Ірина ЛОЙКО



МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ
УКРАЇНИ
ВІЙСЬКОВА ЧАСТИНА
- А3309 -

Код 08133255

“ 30 ” 01 2025р.
№ 142

69063, м. Запоріжжя-63
вул. Поштова, 2

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи Оксани МАЛАНЧУК
на тему: «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку
медичних закладів у госпітальних округах» у діяльності
військового шпиталю в/ч 3309 МО України.

Надана Оксані МАЛАНЧУК, що результати дисертаційних досліджень апробовано та впроваджено в роботу військового шпиталю в/ч 3309 МО України.

Впроваджено методики, алгоритми та системи прийняття рішень для визначення пріоритетних проектів створення та розвитку медичних закладів, прогнозування складових проектів, які базуються на адаптивно-цінному підході, науково-методичних засадах планування, моделях та методах управління проектами розвитку медичних закладів, що забезпечують підвищення ефективності управління проектами розвитку медичних закладів, передбачають врахування мінливого проектного середовища, орієнтації на створення цінностей для стейкхолдерів.

Результати науково-дослідної роботи на тему «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах» успішно впроваджено у діяльність військового шпиталю в/ч 3309 МО України.

Тимчасово виконуючий обов'язки
командира військової частини А3309
капітан медичної служби



 Олексій ОСІПА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з навчальної-методичної
роботи Львівського державного
університету безпеки життєдіяльності,
кандидат технічних наук, доцент,
полковник служби цивільного захисту



Олександр ПРИДАТКО

« _____ 2024 р.

впровадження результатів дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – управління проектами та
програмами Маланчук Оксани Михайлівни
на тему: «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку
медичних закладів у госпітальних округах»

Комісія у складі: голови комісії – заступника начальника кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій, к.т.н., доц., підполковника служби цивільного захисту Назарія БУРАКА та членів комісії – професора кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту, д.т.н., проф., заслуженого діяча науки і техніки України, полковника служби цивільного захисту Олега ЗАЧКА, професора кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій, д.т.н., проф. Євгена МАРТИНА склала акт про те, що результати дисертаційної роботи, а саме:

– методику формування бази даних про стан мінливого проектного середовища проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів;

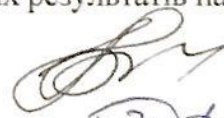


– методи обчислювального інтелекту та розроблені на їх основі моделі оцінки складових проектів створення та розвитку медичних закладів на території госпітальних округів;


– алгоритми та системи підтримки прийняття рішень для адаптивно-ціннісного управління проектами створення та розвитку госпітальних округів,

впроваджені в навчальний процес Львівського державного університету безпеки життєдіяльності при проведенні викладачами кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій лекційних та лабораторних занять з дисциплін «Інтелектуальний аналіз даних», «Системи підтримки прийняття рішень» (спеціальність 122 «Комп'ютерні науки», освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти) та з дисципліни «Інтелектуальні системи аналізу даних та підтримки прийняття рішень» (спеціальність 073 «Менеджмент», освітньо-наукової програми «Управління проектами» третього (PhD) рівня вищої освіти). Це дає змогу підвищити ефективність навчального процесу та сприяє досягненню заявлених у освітніх програмах цілей та програмних результатів навчання.

Голова комісії

Члени комісії

 Назарій БУРАК
 Олег ЗАЧКО
 Євген МАРТИН

«ПОГОДЖЕНО»
керівник навчально-методичного
відділу забезпечення якості вищої
освіти Львівського національного
університету природокористування,
доцент 
Олег МИКУЛА
“ 17 ” 09 2024 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
професор з навчально-виховної
роботи Львівського національного
університету природокористування,
професор 
Віталій БОЯРЧУК
2024 р.

АКТ
про впровадження НДР у навчальний процес

Ми, що підписалися нижче, завідувач кафедри інформаційних технологій Львівського національного університету природокористування, д.т.н., професор Тригуба А.М., доценти цієї ж кафедри, к.т.н. Луб П.М. та к.т.н. Татомир А.В. з однієї сторони, а також виконавець НДР доцент кафедри біофізики Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, Маланчук О.М., з другої сторони, склали цей акт про впровадження результатів закінченої науково-дослідної роботи «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах».

У навчальний процес Львівського - національного університету природокористування для здобувачів спеціальностей 073 «Менеджмент» та 126 «Інформаційні системи та технології» другого (магістерського) рівня вищої освіти, які вивчають дисципліни «Управління проектами», «Системи підтримки прийняття рішень» та «Технології проектування інформаційних систем», впроваджено:

- методологічні основи адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів;
- моделі і методи адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення та розвитку госпітальних округів;
- методики синергетичного управління портфелем медичних проєктів, диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад, прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфічного рівняння;
- системи підтримки прийняття рішень для диференціально-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів.

Тригуба А.М.
Луб П.М.
Татомир А.В.



Маланчук О.М.





«Затверджую»

Проректор з наукової роботи
Львівського національного медичного
університету імені Данила Галицького
Вікторія СЕРГІЄНКО

Вікторія Сергієнко
» *Версес* 2024 р.

Акт впровадження

результатів дисертаційної роботи Оксани МАЛАНЧУК
в навчальний та науково-дослідний процеси кафедри біофізики
Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького

Назва пропозиції для впровадження: Системи підтримки прийняття рішень для управління проектами розвитку медичних закладів, моделі та методи адаптивно-ціннісного управління портфелями проектів, моделі розповсюдження епідеміологічних загроз на основі диференціальних рівнянь.

Установа, де проведена розробка, автор: Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, здобувач наукового ступеня Оксана Маланчук.

Джерело інформації: наукові публікації за темою дисертаційної роботи Оксани Маланчук «Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах».

Де впроваджено: Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, кафедра біофізики (в курси «Основи системного аналізу» та «Вища математика і статистика»).

Форма впровадження: науково-дослідний і навчальний процеси.

Ефект від впровадження: поглиблення знань дослідників і студентів щодо моделей, методів та систем прийняття рішень для керування проектами розвитку медичних закладів.

Терміни впровадження: 2024-2025 роки.

Відповідальний за впровадження:
завідувач кафедри біофізики,
доктор біологічних наук, професор

Роман ФАФУЛА