

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

МАЛАНЧУК Оксана Михайлівна



УДК 005.8 : 614.2

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

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

РЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Львів – 2025

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Львівському національному медичному університеті імені Данила Галицького, м. Львів

Опоненти: доктор технічних наук, професор
БУШУЄВА Наталія Сергіївна,
Київський національний університет будівництва та архітектури,
професор кафедри управління проектами;

доктор технічних наук, професор
ПАСІЧНИК Володимир Володимирович,
Національний університет «Львівська політехніка»,
професор кафедри інформаційних систем та мереж;

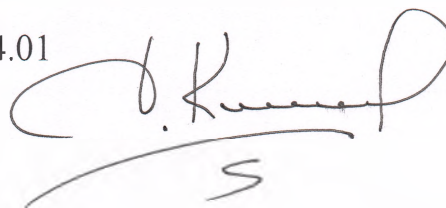
доктор технічних наук, професор
ПІТЕРСЬКА Варвара Михайлівна,
Одеський національний морський університет,
професор кафедри експлуатації портів та технології
вантажних робіт.

Захист відбудеться «13» травня 2025 р. о 14⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.874.01 Львівського державного університету безпеки життєдіяльності за адресою: 79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Львівського державного університету безпеки життєдіяльності за адресою: 79007, м. Львів, вул. Клепарівська, 35, а також на сайті спеціалізованої ради Д35.874.01, за електронною адресою: <https://ldubgd.edu.ua/content/zahisti-disertaciy-2>

Реферат розісланий «07» квітня 2025 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 35.874.01
кандидат технічних наук, доцент



Дмитро КОБИЛКІН

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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 не завжди проєкти розвитку медичних закладів у госпітальних округах реалізуються з належним системним оцінюванням їх цінності та з використання сучасних методологій управління проєктами. Це може призвести 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. Дисертація виконана відповідно до «Державної стратегії розвитку системи охорони здоров'я на період до 2030 року», фінальний 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 кафедри біофізики

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 розділів.

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

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі *завдання*:

- провести аналіз сучасного стану проблем у науковій і практичній діяльності проектних менеджерів, обґрунтувати необхідність розробки нових та вдосконалення наявних наукових основ, моделей, методів і засобів управління проектами РМЗГО;
- розробити методологію адаптивно-ціннісного управління проектами РМЗГО у динамічному проектному середовищі за обмежених ресурсів;
- розкрити адаптивно-ціннісний та диференціально-символьний підходи до управління проектами РМЗГО;
- розробити моделі та методи адаптивно-ціннісного управління проектами створення та розвитку госпітальних округів, які базуються на узгодженні архітектури портфелів проектів розвитку госпітальних округів, а також конфігурації проектів із динамічним проектним середовищем;
- запропонувати методи та моделі диференціально-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів, які базуються на комплексному підході, який поєднує методи математичного моделювання, диференціально-символьного аналізу, для прийняття обґрунтованих управлінських рішень;
- розробити інструментарій адаптивно-ціннісного та диференціально-символьного управління проектами функціонування та розвитку медичних закладів, використати розроблений інструментарій для пришвидшення та підвищення точності виконання управлінських операцій;
- виконати оцінку існуючого стану створення госпітальних округів, обґрунтувати тенденції зміни складових проектів у мінливому проектному середовищі та відстежувати зазначені тенденції у часі, впровадити у практику методики та рекомендації щодо адаптивно-ціннісного управління проектами РМЗГО.

Об'єктом дослідження є процеси управління архітектурою, конфігурацією, ризиками, суперечностями та конфліктами інтересів, цінністю та ресурсами проектів РМЗГО.

Предметом дослідження є 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 проєктами РМЗГО, проєктами функціонування та розвитку медичних закладів, а також синергетичного управління портфелем медичних проєктів на основі диференціальних рівнянь, системного та ціннісного аналізу, багатофакторної оцінки медичних проєктів, комп'ютерного моделювання 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 проєктному середовищі, чисельні методи – для моделювання та прогнозування змін показників проєктного середовища в умовах його динамічності, аналізу ієрархій – для структурованого оцінювання пріоритетів, аналітично-експериментального оцінення – для кількісної оцінки впливу різних чинників проєктного середовища на результативність медичних проєктів, методи обчислювального інтелекту, статистичного й аналітичного оцінювання використовувалися для створення моделей прогнозування складових проєктів та їх проєктного середовища, ітерацій та оптимізації – для визначення пріоритетних проєктів та формування портфеля проєктів РМЗГО, кореляційний та регресійний аналіз використано для аналізу взаємозв'язків між показниками медичних проєктів та їх проєктного середовища, а комп'ютерні експерименти й графоаналітичний аналіз – для виявлення тенденцій зміни цінності проєктів та оптимізації їх складових.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у створенні методології адаптивно-ціннісного управління, а саме моделей, методів та засобів управління проєктами РМЗГО, що базуються на комбінуванні гнучкості проєктного управління із врахуванням мінливого проєктного середовища, орієнтації на створення цінностей для зацікавлених сторін та ефективному розподілі ресурсів із врахуванням наявних ризиків, що зумовлює якісне обґрунтування пріоритетних проєктів РМЗГО. Під час дослідження були досягнуті наступні наукові результати:

вперше розроблено:

- 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 символьних обчислень для моделювання і аналізу 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;

- 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;

- 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;

- нейромережеву модель прямого зв'язку для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування пацієнтів, яка враховує приховані взаємозв'язки між складовими проєктного 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 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, 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 проєктами розвитку медичних закладів, а також термінологія та база знань у сфері проєктного управління.

Практичне значення одержаних результатів полягає в можливості розробити:

- методики, алгоритми та системи підтримки прийняття управлінських рішень для визначення пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, оптимізації сценаріїв реалізації портфелів проєктів розвитку госпітальних

округів та прогнозування складових медичних проєктів, які базуються на адаптивно-ціннісному підході, науково-методичних засадах планування, моделях та методах управління проєктами РМЗГО, що забезпечують підвищення ефективності та результативності реалізації зазначених проєктів із урахуванням змін у проєктному середовищі та потреб стейкхолдерів;

– методики, алгоритми та системи підтримки прийняття управлінських рішень для планування та оцінки 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.

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 КНП ЛОР «Львівська обласна інфекційна клінічна лікарня» (акт впровадження від 27.08.2024 р.), КНП ЛОР «Клінічний центр дитячої медицини» (акт впровадження від 12.09.2024 р.), ДУ «Львівський обласний центр контролю та профілактики хвороб» (акт впровадження від 18.09.2024 р.), КНП «Добросинсько-Магерівський центр первинної медико-санітарної допомоги» (акт впровадження від 04.09.2024 р.), КНП «Рава-Руська лікарня» (акт впровадження від 03.09.2024 р.), КНП ЯМР «Яворівська центральна районна лікарня» (акт впровадження від 01.10.2024 р.), КНП «ІФОДКЛ ІФ ОР» (акт впровадження від 30.10.2024 р.), Департаменту охорони здоров'я Тернопільської ОВА (акт впровадження від 30.10.2024 р.) та Військового шпиталю в/ч 3309 (акт впровадження від 30.01.2025 р.). 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 (акт впровадження від 17.09.2024 р.), Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (акт впровадження від 09.09.2024 р.) та Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького (акт впровадження від 30.09.2024 р.).

Обґрунтованість і достовірність наукових положень та отриманих висновків підтверджується використанням чинних міжнародних стандартів з управління проєктами та їх портфелями, відомих диференціальних рівнянь, зокрема телеграфних, та їх систем для моделювання коливальних та хвильових процесів у проєктному середовищі, сучасних методів системного аналізу, моделювання, обчислювального інтелекту, статистичного й аналітичного аналізу для оцінки проєктного середовища та прогнозування основних показників проєктів розвитку медичних закладів у госпітальних округах, а також обґрунтованою адекватністю розроблених моделей та систем підтримки прийняття рішень.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові положення, розробки та результати, які представлені до захисту, отримані здобувачем самостійно, відносяться до сфери управління проєктами та програмами. Особистий внесок здобувача в наукових роботах, виконаних у співавторстві, полягає в наступному. 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 аналітичних розв’язків задач, що відображають мінливе проєктне середовище медичних проєктів; [6] – обґрунтовано алгоритм із використанням квазіполіноміальних розв’язків двоточної 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 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 диференціально-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] – досліджено 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 проєктами функціонування та розвитку медичних закладів; [38] – розроблено модель оптимізації портфеля проєктів 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 проєктами функціонування та розвитку медичних закладів; [40] – розроблено систему підтримки прийняття рішень із вкладкою для оцінення тривалості проєктів лікування цукрового діабету у дітей, досліджено складові медичних проєктів із врахуванням наявного стану проєктного; [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 проєктах 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 проєктів, як окремої системи; [43] – виконано системний аналіз та опис системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі моделі нейронної мережі для управління часом у проєктах з лікування діабету у дітей; [44] – проведено опис диференціального рівняння із частинними похідними другого порядку за часом та заданими умови, що описують мінливе проєктне середовище медичних проєктів підтримки населення громад; [45] – проведено дослідження на основі використання диференціально-символьного підходу для отримання числових розв’язків системи нелінійних рівнянь комплексної змінної; [46] – сформовано основні вимоги та компоненти архітектури інтелектуальної інформаційної системи планування проєктів 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 проєкти; [48] – визначено вимоги до алгоритму та програмних модулів, які забезпечують ефективність системи моніторингу процесу відбору проєктів; [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. 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

інженерії «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 проектування MEMC (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 проектування та застосування систем автоматизованого проектування (CADSM 2023) (Ярослав, Польща, 2023), V Міжнародному семінарі з управління ІТ-проектами (ITPM 2024) (Братислава, Словаччина, 2024), IV Міжнародному семінарі з управління ІТ-проектами (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 виконання 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; 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 наукометричних базах Scopus та/або Web of Science, а також 6 тез у матеріалах міжнародних та національних наукових конференцій).

Структура та обсяг дисертації. 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.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність проведених досліджень, сформульовано існуючу проблему, мету та завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет, наукову новизну та практичну цінність дисертації. Представлено результати апробації результатів дисертації та основні наукові публікації.

У першому розділі **«Стан питання у практиці та науці»** подано особливості створення госпітальних округів та обґрунтування доцільності їх розвитку в Україні на основі реалізації портфелів проєктів. Виконано аналіз міжнародних стандартів та методологій управління проєктами і портфелями, а також представлено стан досліджень з управління проєктами розвитку медичних закладів. Вагомий внесок у розвиток теорії управління проєктами та їх портфелями зробили такі вітчизняні і зарубіжні вчені, як Бушуєв С. Д., Бушуєва Н. С., Білощицький А. О., Бурков В. М., Вайсман В. О., Воркут Т. А., Воропаєв В. І., Гогунський В. Д., Данченко О. Б., Дружинін Є. А., Зачко О. Б., Кендалл К., Колеснікова К. В., Кононенко І. В., Медведєва О. М., Новожилова М. В., Пітерська В. М., Разу М. Л., Рак Ю. П., Ратушний Р. Т., Рач В. А., Руденко С. В., Сидорчук О. В., Сухонос М. К., Танака Х., Тригуба А. М., Цюцюра С. В., Чернов С. К., Чумаченко І. В., Шахов А. В. та ін. Наукові роботи цих авторів відіграють важливу роль у розвитку теорії управління проєктами та портфелями в різних прикладних галузях. Однак повноцінне використання їх для управління проєктами РМЗГО є неможливим. Це пов'язано із тим, що вони не враховують особливості зазначених проєктів РМЗГО та не передбачають гнучкого реагування на зміни в проєктному середовищі, що унеможливорює прийняття якісних управлінських рішень. Потрібно розробляти нові та вдосконалювати наявні підходи, моделі та методи, що формують методологію адаптивно-ціннісного управління, здатну підвищити ефективність управління проєктами РМЗГО.

У другому розділі **«Методологічні основи адаптивно-ціннісного управління створенням та розвитком госпітальних округів»** обґрунтовано доцільність та принципи адаптивно-ціннісного управління медичними проєктами. Запропонований адаптивно-ціннісний підхід до управління проєктами РМЗГО є основою ефективного функціонування та розвитку госпітальних округів. Він базується на обґрунтованих 7 його принципах, що забезпечують гнучкість та адаптацію до мінливого проєктного середовища, орієнтацію на цінність стейкхолдерів та оптимізацію ресурсів із врахуванням ризиків. Ефективність управління проєктами ФРГО E описується як функція:

$$E = f(A, C, R, I, M, O, T), \quad (1)$$

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 проєкту), T – прозорість і підзвітність.

Між окремими принципами (1) адаптивно-ціннісного підходу до управління проєктами ФРГО існують взаємозв'язки, розкриття яких лежить в основі якісного управління зазначеними проєктами. Означені наукові основи адаптивно-ціннісного підходу до управління проєктами функціонування та розвитку госпітальних округів

передбачають виконання 5 груп управлінських процесів (рис. 1), 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.



Рисунок 1. – Схема процесів адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку госпітальних округів

Адаптивність управління проектами ФРГО забезпечується через управління змінами:

$$\Delta P = \frac{dP}{dt} = f(E_x, I_x, R_x), \quad (2)$$

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-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 регіонів.

Запропоновано системно формувати базу даних про стан мінливого проектного середовища проектів ФРГО із 5 взаємодоповнюючих джерел (медичні інформаційні системи, статистичні звіти окремих територій, медичні заклади, регламенти МОЗ та експерти), які дають можливість врахувати особливості та тенденції змін проектного середовища, а також адаптувати під ці зміни порядок створення та розвитку медичних закладів.

Сформульовано 4 базових науково-прикладних задач, 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 проектів і адаптувати їх відповідно до мінливого проектного середовища госпітальних округів. Інтеграція обчислювального інтелекту в процеси адаптивно-ціннісного управління проектами функціонування та розвитку госпітальних округів забезпечує підвищення успіху зазначених проектів та покращення системи охорони здоров'я в госпітальних округах.

Виконана укрупнена класифікація проектів ФРГО (рис. 2) дозволяє створити універсальний інструмент для систематизації різноманітних проектів у межах госпітальних округів.

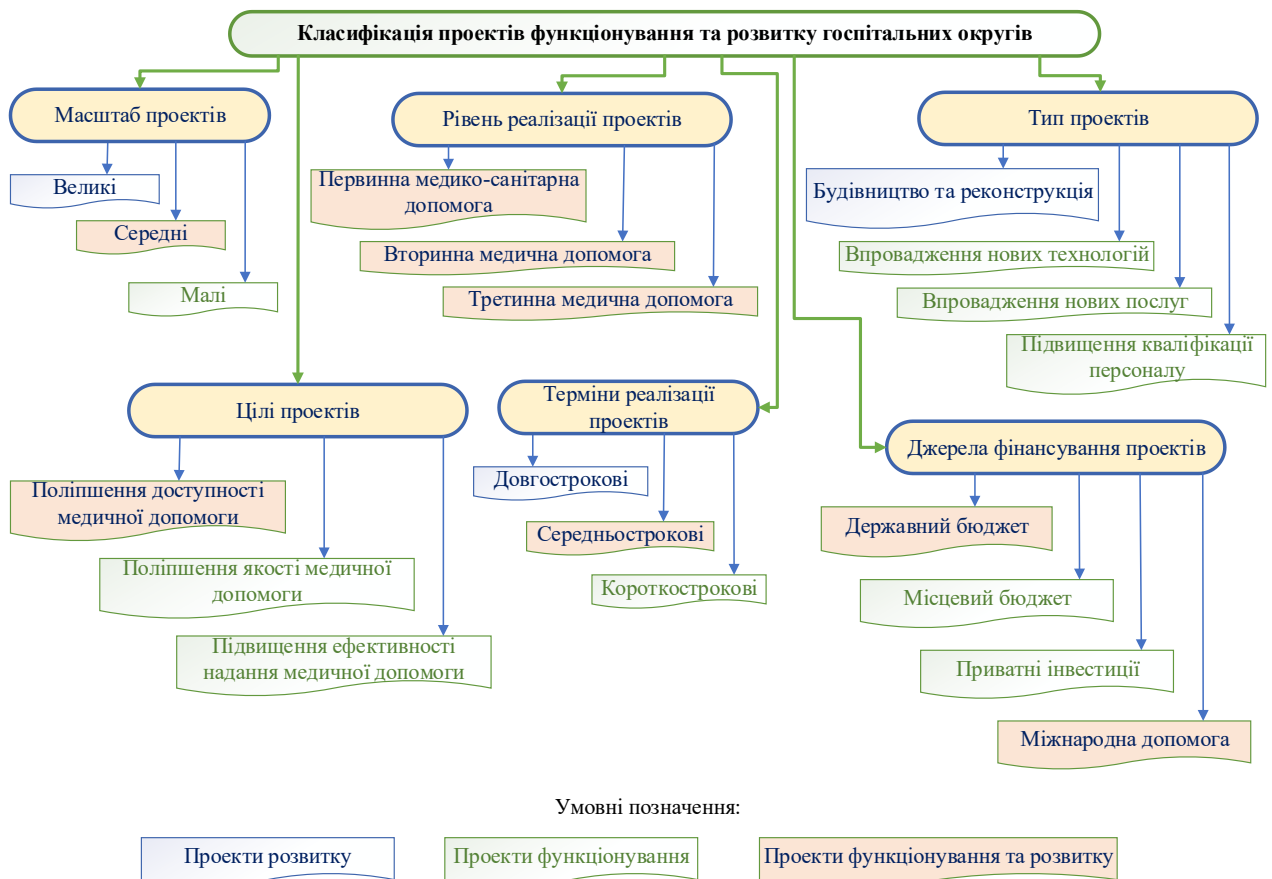


Рисунок 2 – Укрупнена класифікація проєктів ФРГО

Розроблені науково-методичні засади ідентифікації пріоритетних проєктів забезпечують основу для системного підходу до оцінки потреб для розвитку госпітальних округів. Результати дослідження дозволили виявити взаємозв'язки між складовими процесу ідентифікації пріоритетних проєктів, що лежать в основі створення моделей для ефективного управління проєктами на рівні госпітальних округів. Це сприятиме оптимізації використання ресурсів, підвищенню якості медичного обслуговування та розвитку медичної інфраструктури регіонів. Обґрунтована структура процесу ідентифікації проєктів враховує специфіку медичної інфраструктури та потреби населення, що дозволяє підвищити точність і прозорість прийнятих управлінських рішень. Процес ідентифікації проєктів ФРГО складається із трьох підпроцесів, які передбачають виконання окремих видів управлінських операцій:

$$P_{in} \in (A_e, A_o, F_p), \quad (3)$$

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

На підставі опису взаємозв'язків між складовими проектного 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 проектами функціонування та розвитку медичних закладів.

Запропонований підхід до прогнозування тривалості стаціонарного лікування пацієнтів 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 проектів стаціонарного лікування завдяки комп'ютерному аналізу історичних даних та виконанню симуляцій. Це забезпечує системний розгляд взаємозв'язків між чинниками проектного середовища та тривалістю життєвого циклу проектів стаціонарного лікування пацієнтів. Він є основою якісної підготовки даних та підвищує точність нейромережевих моделей для прогнозування тривалості життєвого циклу проектів стаціонарного лікування цукрового діабету у дітей.

Нами пропонується використовувати адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами ФРГО (рис. 3). Він передбачає 14 кроків, які відображають означені особливості. Між цими кроками існують взаємозв'язки, які системно зумовлюють визначення цінності із врахуванням мінливого проектного середовища.

Запропонований диференціально-символьний підхід до управління проектами ФРГО передбачає виконання 8 етапів та забезпечує гнучкість і ефективність у прийнятті рішень, враховуючи мінливі проектне середовища та потреби зацікавлених сторін. На першому етапі передбачається введення початкових даних D про фінансові показники (бюджет, витрати тощо), часові показники (терміни реалізації проектів 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):

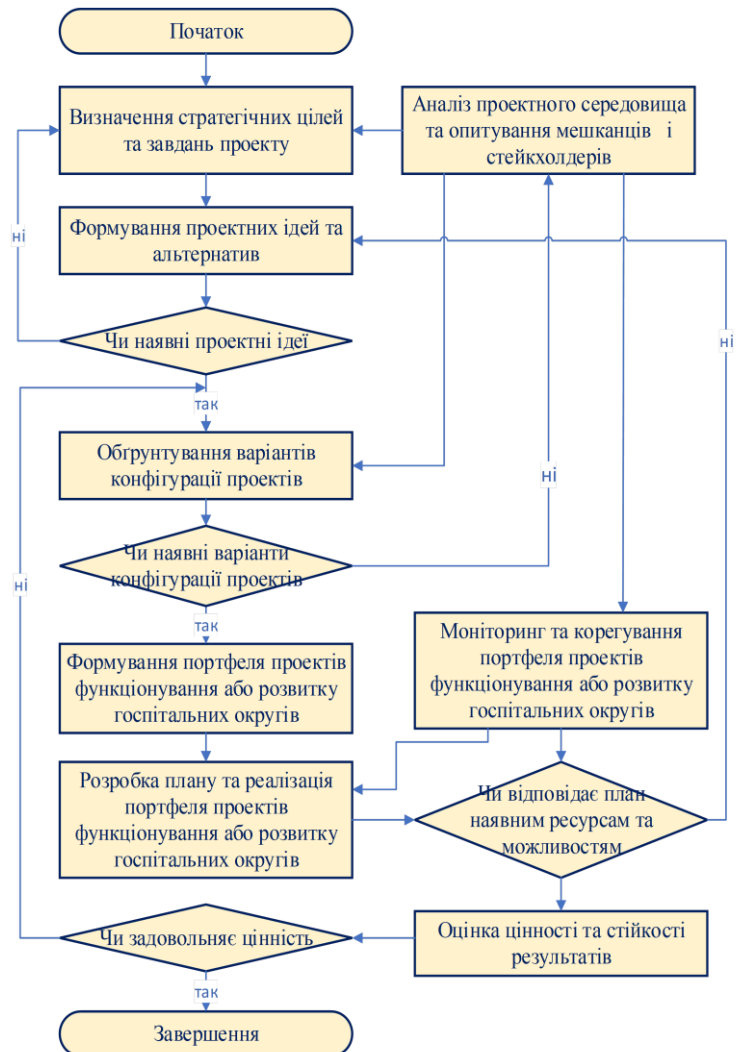


Рисунок 3 – Алгоритм використання адаптивно-ціннісного підходу до управління проектами ФРГО

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}, \quad (4)$$

де D – множина вхідних даних щодо реалізації проєктів; $d_1, d_2, \dots, d_n$ – окремі види даних щодо складових проєктів ФРГО.

Наступний етап передбачає формування символічних виразів, які описують складові медичних проєктів та їх вплив на стан населення:

$$C(t) = c_0 + c_1 t + c_2 t^2, \quad R(t) = r_0 + r_1 t + r_2 t^2, \quad (5)$$

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 (5-6) показники реалізації проєктів ФРГО залежать від вхідних даних D :

$$C(t) = C(D, t), \quad R(t) = R(D, t). \quad (6)$$

Після цього передбачається етап, який використовує диференціальні рівняння для математичного моделювання динаміки змін у стані здоров'я населення на території громад та рівня розвитку медичних закладів:

$$\frac{dX(t)}{dt} = f(X(t), u(t), D), \quad (7)$$

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

Наступний етап забезпечує чисельне розв'язання диференціальних рівнянь за використання відкритої бібліотеки SciPy із високоякісними науковими інструментами на мові програмування Python. Диференціальні рівняння вирішуються числовими методами:

$$X(t) = \text{solve_ode}(f, X(0), t, u(t), D), \quad (8)$$

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

Після цього виконується етап, який базується на бібліотеці SciPy, що забезпечує використання методів оптимізації для визначення оптимальної конфігурації проєктів ФРГО. Оптимізація параметрів проєкту з метою мінімізації витрат або максимізації вигод описується:

$$C(t) \min_{u(t)}, \quad R(t) \max_{u(t)}. \quad (9)$$

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

$$C(t) = C(X(t), u(t), D), \quad R(t) = R(X(t), u(t), D). \quad (10)$$

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

$$\text{Visualization}(C(t), R(t), X(t), u(t), D). \quad (11)$$

Блок (Selection of Optimal Scenario) забезпечує встановлення оптимальних сценаріїв реалізації проєктів ФРГО на основі аналізу отриманих результатів прогнозування їх показників та врахування стану складових проєктного середовища

та існуючих обмежень. Вибирається оптимальний сценарій на основі аналізу результатів:

$$\text{Optimal Scenario} = \operatorname{argmax}_{u(t)} R(t) - C(t). \quad (12)$$

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

$$\text{Report} = \text{GenerateReport}(C(t), R(t), X(t), u(t), D). \quad (13)$$

Подані формули (4-13) описують основні етапи диференціально-символьного підходу до управління проєктами ФРГО та взаємозв'язки між ними. Цей підхід базується на використанні диференціальних рівнянь та символьних обчислень для моделювання і аналізу складних динамічних систем, що забезпечує точний аналіз і прогнозування динаміки реалізації складових проєктів ФРГО, а також дає можливість ефективно розподіляти ресурси та мінімізувати ризики. Комбінація цих двох підходів до управління проєктами ФРГО лежить в основі розробки методів та моделей управління зазначеними проєктами 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 проєктів.

У третьому розділі «**Моделі і методи адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення та розвитку госпітальних округів**» розроблено концептуальна модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проєктів створення госпітальних округів (рис. 4), яка 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 динамічним проєктним середовищем, що дає можливість отримати продукти проєктів із максимальною цінністю для стейкхолдерів. 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:

$$PR_{PM} = \{PR_{BA} \cup PR_{AU} \cup PR_{SE}\}, \quad (14)$$

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

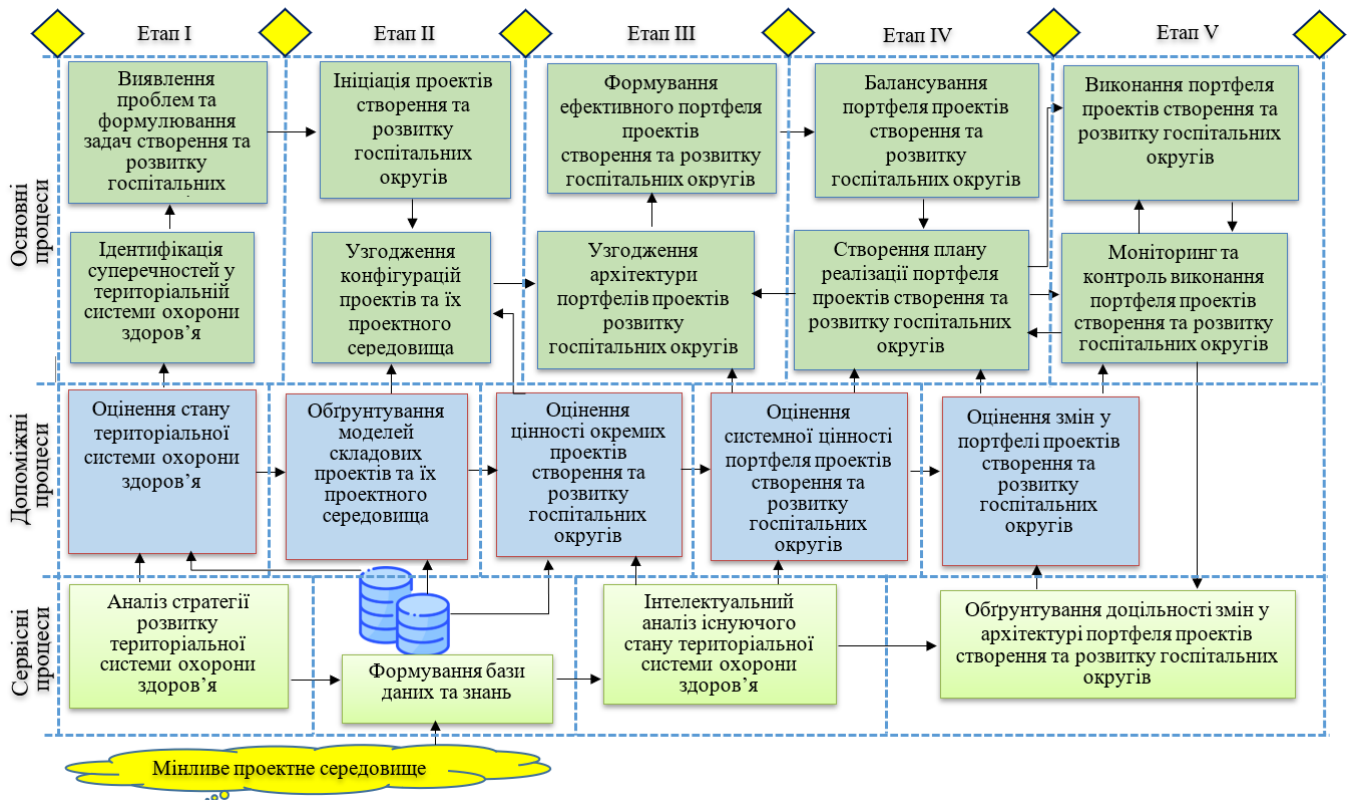


Рисунок 4 – Концептуальна модель адаптивно-ціннісного управління портфелями проектів створення госпітальних округів

У основі управлінських процесів лежить 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.

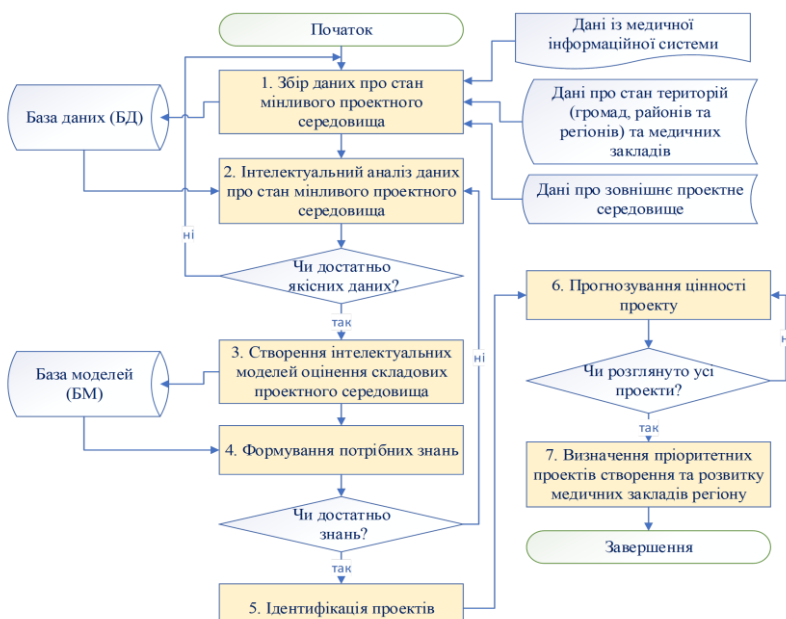


Рисунок 5. Алгоритм адаптивно-ціннісного методу ініціації проектів створення та розвитку медичних закладів

Розроблений адаптивно-ціннісний метод ініціації проектів РМЗГО передбачає виконання семи етапів (рис. 5), які базуються на використанні обчислювального інтелекту, забезпечують визначення пріоритетних проектів завдяки адаптації їх продукту до вимог стейкхолдерів та мінливого проектного середовища, що лежить в основі створення максимальної цінності від реалізації зазначених проектів. Ефективність моделі $E_{M_i(x)}$

оцінки складових проектів РМЗГО визначається:

$$E_{M_i(x)} = f(O(x), D_a(x), Q_M(x)), A_{M_i(x)} \rightarrow \max, \quad (15)$$

де $E_{M_i(x)}$ – ефективність навченої моделі для оцінення складових проєктів РМЗГО; $O(x)$ – вирішувана задача оцінення складових проєктів РМЗГО; $D_a(x)$ – 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.

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:

$$V_{pb}^{mk} = f(\{B_{sti}^{mk}\}, \{C_{pi}^{mk}\}) \rightarrow \max. \quad (16)$$

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. Визначення пріоритетних проєктів РМЗГО передбачає формування вектора із ранжуванням 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:

$$V_{(i)} = \max \{V_j | p_j \in P \setminus \{p_{(1)}, p_{(2)}, \dots, p_{(i-1)}\}\}, \quad (17)$$

де $V_{(i)}$ – медичний проєкт з найбільшою базовою цінністю.

Для узгодження обсягу та джерел інвестицій із бюджетами пріоритетних проєктів РМЗГО слід задати k -ту кількість медичних проєктів, бюджет B_i кожного i -го медичного проєкту ($i \in \{1, 2, \dots, k\}$), обсяг інвестицій I_i та сума доступних інвестицій S_i для кожного i -го медичного проєкту з усіх джерел. 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:

$$S_i = D_i + L_i + P_i + O_i \text{ для всіх } i \in \{1, 2, \dots, k\}. \quad (18)$$

Окремий i -й медичний проєкт отримує необхідний обсяг інвестицій I_i , які не перевищують затвердженого бюджету B_i . Водночас, джерела інвестицій ефективно розподіляються між пріоритетними проєктами.

Удосконалений метод адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проєктного середовища складається з шести взаємопов'язаних етапів (рис. 6), 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.

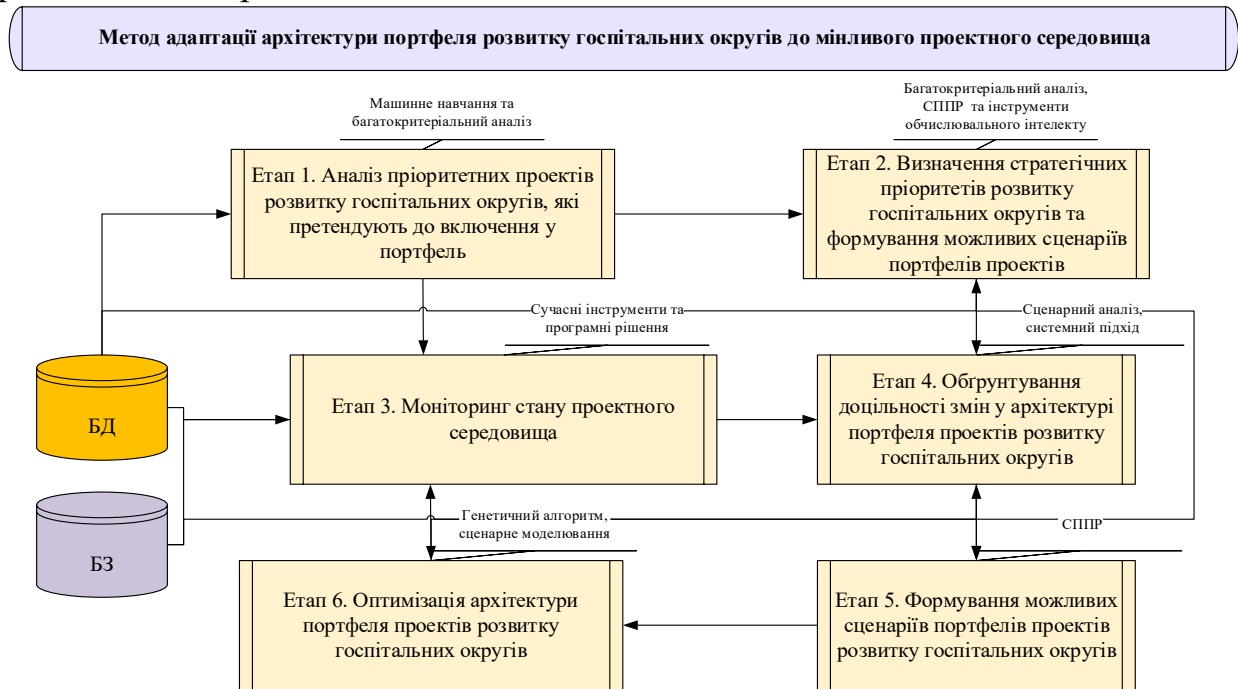


Рисунок 6 – Схема методу адаптації архітектури портфеля проєктів РМЗГО до мінливого проектного середовища

Формування сценаріїв портфелів проєктів на основі стратегічних пріоритетів розвитку госпітальних округів здійснюється 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 1 – Рекомендації щодо доцільності змін у архітектурі портфеля проєктів РМЗГО

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.

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 використовується множина 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). Задача формування оптимального сценарію портфеля проєктів РМЗГО формулюється як задача лінійного програмування з обмеженнями:

$$\max \sum_{i=1}^n Z_i \cdot x_i, \quad (19)$$

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 РМЗГО та інших чинників проєктного середовища вводяться відповідні обмеження. Зокрема, обмеження бюджету можна записати наступним чином:

$$\sum_{i=1}^n B_i \cdot P_i \leq B, \quad (20)$$

де B_i – бюджет i -го проєкту P_i ; B – загальний бюджет на реалізацію портфеля проєктів розвитку госпітального округу.

Обмеження на кількість проєктів, які будуть включені у портфель проєктів РМЗГО:

$$\sum_{i=1}^n P_i \leq M, \quad (21)$$

де M – максимальна кількість проєктів, що включені у сценарій портфеля проєктів РМЗГО.

Задачу оптимізації пропонується розв'язувати за допомогою генетичного алгоритму. Для цього запропоновано модель оптимізації портфеля проєктів РМЗГО (рис. 7). Вона 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. Насамперед задаємо основні параметри, які включають розмір популяції N , кількість поколінь G , розмір турніру T , ймовірність мутації P_m та кросоверу P_c .

Останній крок в моделі оптимізації портфеля проєктів РМЗГО 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:

$$f(P_i) = F_m(P_i). \quad (22)$$

Знаходиться індивідуум (портфель проєктів) з найвищим значенням функції придатності:

$$P_{\text{best}} = \arg \max_{P_i \in \text{population}} f(P_i), \quad (23)$$

де $\arg \max$ – оператор, який знаходить індекс максимального значення.

Виконується виведення оптимального портфеля. Індивідуум (портфель проектів), який був визнаний найкращим, виводиться як оптимальне рішення:

$$OP = P_{\text{best}}. \quad (24)$$

Знаходження та виведення найкращого індивідуума є завершальним кроком в моделі оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму, що дозволяє отримати оптимальний портфель проектів, який відповідає вибраним критеріям ефективності та враховує характеристики проектного середовища розвитку госпітального округу у заданому регіоні.

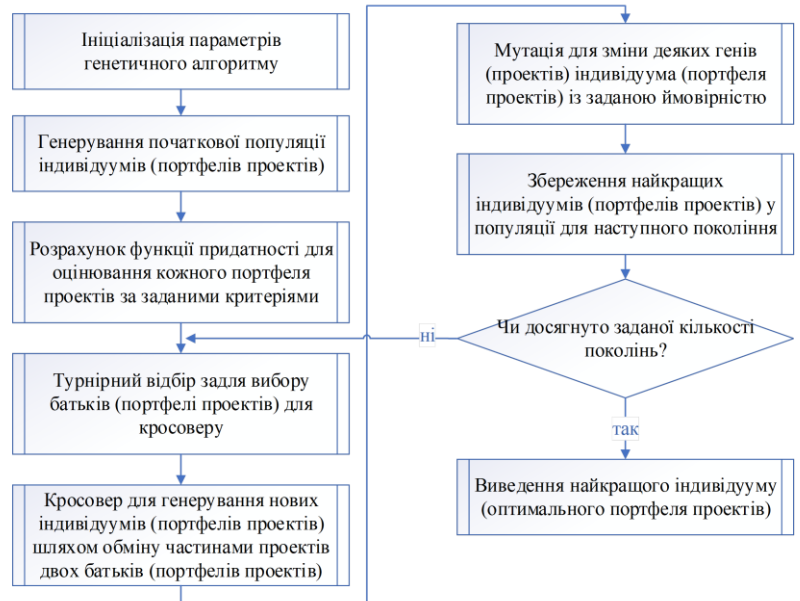


Рисунок 7. – Схема моделі оптимізації портфеля проектів розвитку госпітальних округів на основі генетичного алгоритму

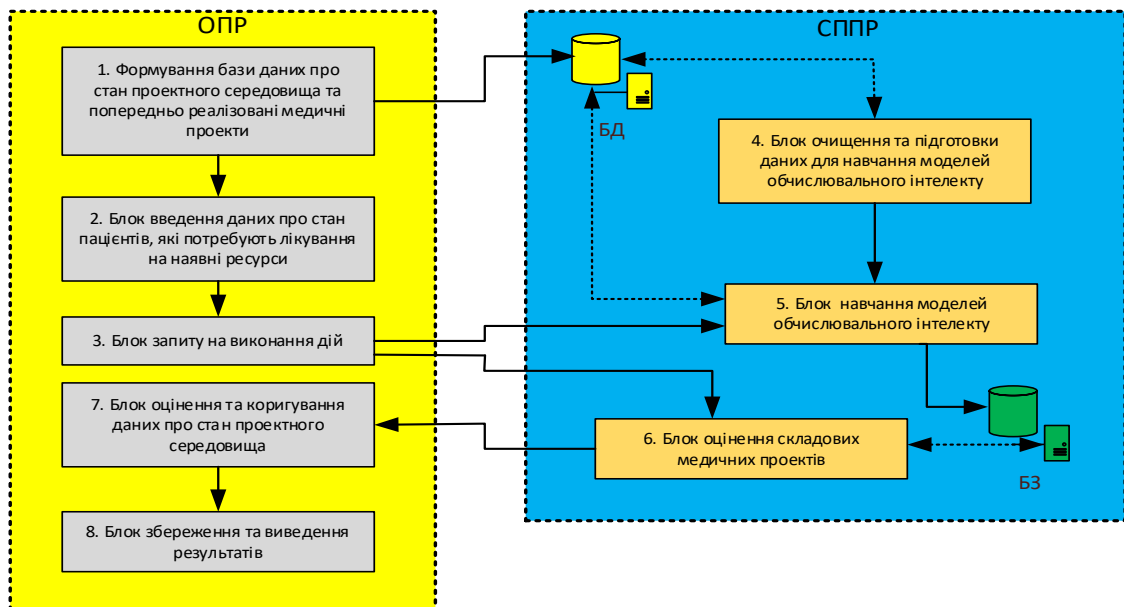


Рисунок 8 – Структурна модель системи планування медичних проектів на основі обчислювального інтелекту

Запропонована модель, 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. Вони 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.

Запропонована раціональна нейромережева модель прямого зв'язку для прогнозування тривалості життєвого циклу проєктів стаціонарного лікування пацієнтів. На основі отриманих досліджень встановлено, що найкращі результати показує модель, яка має параметри, що представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати визначення параметрів «sequential_6»

Шар (тип)	Вихідна форма	Параметри
dense_27 (Dense)	(None, 64)	320
dense_28 (Dense)	(None, 1)	65

Запропонована нейромережева модель має архітектуру, що включає два шари (перший – типу Dense з 64 нейронами та функцією активації ReLU, другий – типу Dense та 1 нейрон). Загальна кількість параметрів моделі становить 385, що пришвидшує процес прийняття управлінського рішення та підвищує його точність. Навчена модель лежить в основі створення інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів.

Четвертий розділ **«Методи і моделі диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів»** стосується розробленого інструментарію на основі диференціально-символьного підходу для управління ФРГО. На основі оцінених вимог встановлено, що методи та моделі диференціально-символьного управління проєктами ФРГО мають свої унікальні особливості та потребують виконання процесів. До них належить адаптивність, прогнозування, оцінення ризиків, інтеграції даних. Вони 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.

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. 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 реалізації медичних проєктів підтримки населення громад. Тоді математичний вираз диференціального рівняння має вигляд

$$\frac{dY}{dt} = F(Y, P, U, t). \quad (25)$$

Введемо символні вирази для опису 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 символне представлення змін у стані здоров'я населення у заданій громаді має вигляд:

$$P(t) = P_0 + \Delta P(t). \quad (26)$$

При цьому $P(t)$ задає 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 і має вигляд

$$P(t) = \begin{bmatrix} B(t) \\ E(t) \\ T(t) \end{bmatrix}. \quad (27)$$

Управління медичними проєктами зумовлюється впливом проєктного середовища на його конфігурацію (параметри системи). Зокрема, недостатній із часом бюджет $B(t)$ проєкту зумовлює перехід до іншого сценарію реалізації проєкту із зміною конфігурацією бажаного продукту. Відсутність доступних ресурсів $E(t)$ у момент часу t зумовлює зміни у сценарії 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 , то його реалізація описується диференціальним рівнянням

$$\frac{dY}{dt} = F(Y, P(t), U(t), t), \quad (28)$$

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 у себе окремі можливі сценарії його реалізації. Він визначає процеси управління медичними проєктами у вигляді обґрунтованих сценаріїв виконання дій. Таким чином, продукт проєкту (параметри системи) змінюється на підставі співвідношення

$$\Delta P(t) = U(t). \quad (29)$$

Цільова функція J стосується оцінки ефективності управлінських рішень та обґрунтування сценаріїв виконання дій у медичних проєктах:

$$J(Y, P(t), U(t), t). \quad (30)$$

Оптимальні управлінські рішення можуть бути знайдені шляхом максимізації чи мінімізації цільової функції з урахуванням обмежень та умов задачі. Для введення

обмежень у проєкті щодо бюджету $B(t)$, доступних ресурсів $E(t)$, тривалості виконання робіт $T(t)$ використовуємо умови, які враховують максимальні значення цих параметрів:

$$B(t) \leq B_{\max}, \quad (31)$$

$$E(t) \leq E_{\max},$$

$$T(t) \leq T_{\max}.$$

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:

$$\min_{U(t)} J(Y, P_0 + U, t). \quad (32)$$

Вирішуючи задачу оптимізації, цільова функція J із врахуванням зазначених обмежень у виразі (31) записується наступним чином:

$$\min_{U(t)} J(Y, P_0 + U, t), \text{ за умови } B(t) \leq B_{\max}, E(t) \leq E_{\max}, T(t) \leq T_{\max}, \quad (33)$$

де J – цільова функція оптимізації сценарію реалізації медичного проєкту; $U(t)$ – вектор управління (сценарії реалізації) медичного проєкту; Y – вектор стану реалізації медичного проєкту у заданій громаді, P_0 – початкове значення частки захворюваності населення громади; t – час.

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. Для оцінки зміни стану здоров'я населення громад використано диференціальні рівняння, які описують зміну основних показників проєктів в часі. Зокрема, розглядаються такі показники, як відсоток здорового населення, що взяло участь у просвітницьких заходах, вакцинації та отримало освіту про здоров'я. Вважаємо, що попередньо відоме значення відсотка здорового населення $Y_1(t)$, що взяло участь у відповідних заходах в момент часу t . Рівняння динаміки для реалізації просвітницьких заходів має вигляд:

$$\frac{dY_i(t)}{dt} = \alpha_i(1 - Y_i(t)) - \beta_i Y_i(t), \quad (34)$$

де α_i – залучення здорового населення до i -х просвітницьких заходів; β_i – зменшення відсотка залученого населення через різні чинники (наприклад, втрата інтересу тощо).

На початку моделювання приймається умова, що $t = 0$:

$$Y_1(0) = \text{initial}(Y_1), Y_2(0) = \text{initial}(Y_2), Y_3(0) = \text{initial}(Y_3), \quad (35)$$

де $initial(Y_1)$ – початковий відсоток здорового населення, що взяло участь у просвітницьких заходах; $initial(Y_2)$ – початковий відсоток здорового населення, що взяло участь у вакцинації; $initial(Y_3)$ – початковий відсоток здорового населення, що отримало освіти 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:

$$B(t) = initial_B - c_1 \int_0^t Y_1(\tau) d\tau - c_2 \int_0^t Y_2(\tau) d\tau - c_3 \int_0^t Y_3(\tau) d\tau, \quad (36)$$

де c_1, c_2, c_3 – відповідно витрати на одного учасника для просвітницьких заходів, вакцинації та освіти.

Ризик проєкту медичної підтримки населення громад $R(t)$ оцінюється на основі відхилення від планових показників:

$$R(t) = \gamma_1 |initial(Y_1) - Y_1(t)| + \gamma_2 |initial(Y_2) - Y_2(t)| + \gamma_3 |initial(Y_3) - Y_3(t)|, \quad (37)$$

де γ_i – вагові коефіцієнти ризику для кожного із показників.

Для чисельного розв'язку диференціальних рівнянь використовується метод Ейлера. Нехай відомі дискретні точки часу t_i , $i = 0, 1, \dots, n$, тоді

$$Y_1(t_{i+1}) = Y_1(t_i) + h(\alpha_1(1 - Y_1(t_i)) - \beta_1 Y_1(t_i)), \quad (38)$$

$$Y_2(t_{i+1}) = Y_2(t_i) + h(\alpha_2(1 - Y_2(t_i)) - \beta_2 Y_2(t_i)),$$

$$Y_3(t_{i+1}) = Y_3(t_i) + h(\alpha_3(1 - Y_3(t_i)) - \beta_3 Y_3(t_i)),$$

де h – крок розв'язку.

Крок розв'язку визначається за формулою:

$$h = \frac{e_t - s_t}{n}, \quad (39)$$

де e_t – час завершення оцінення стану проєкту; s_t – час оцінення стану проєкту; n – кількість етапів.

Запропонована математична модель дозволяє оцінити динаміку зміни стану здоров'я населення, бюджет проєкту та ризики протягом життєвого циклу реалізації проєктів медичної підтримки населення громад.

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 проєктами, так і синергетичні ефекти, що виникають під час взаємодії медичних проєктів.

У основі моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів лежить класичне телеграфне рівняння:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + 2\lambda \frac{\partial u}{\partial t} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + S(t, x), \quad (40)$$

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.

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:

$$\frac{d^2 u_i}{dt^2} + \lambda_i \frac{du_i}{dt} = c^2 \sum_{j=1}^n A_{ij} u_j + S_i(t), \quad (41)$$

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 моделі (41) 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 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.

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

$$k = \frac{R_{\text{total}}}{\sum_{i=1}^n w_i R_i}, \quad (42)$$

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 :

$$k(t) = \frac{R_{\text{total}}(t)}{R_1(t) + R_2(t) + \dots + R_n(t)}. \quad (43)$$

Формула (43) 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:

$$k = \frac{R_{\text{total}}}{\sum_{i=1}^n (1 - \text{Risk}_i) R_i}, \quad (44)$$

де Risk_i – ризик, пов'язаний з i -м медичним проєктом (значення у межах від 0 до 1).

Якщо медичні проєкти спільно використовують ресурси відведені для портфеля, то це також впливає на значення коефіцієнта синергії k . Припустимо, що C_i – ресурси, які використовує i -й проєкт. Тоді коефіцієнт синергії k із урахуванням доцільності оптимізації ресурсів записується наступним чином:

$$k = \frac{R_{\text{total}}}{\sum_{i=1}^n R_i - \alpha \cdot \sum_{i=1}^n C_i}, \quad (45)$$

де α – коефіцієнт впливу спільного використання ресурсів (визначає, наскільки ефективно медичні проєкти можуть зменшити споживання ресурсів за рахунок спільної реалізації у портфелі).

Під час моделювання взаємодії між медичними проєктами в портфелі важливу роль відіграє коефіцієнт дисипації λ . Вважаємо, що дисипація λ пов'язана з витратами ресурсів на реалізацію медичних проєктів, тоді формула для визначення λ має вигляд:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n R_i}, \quad (46)$$

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

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Risk}_i}{n}. \quad (47)$$

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 є результатом високих ризиків, великих ресурсних витрат або сильних зовнішніх впливів.

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 проєктами. Після цього виконується нормалізація матриці залежностей A_{ij} між окремими проєктами:

$$A'_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{k=1}^n A_{ik}}, \text{ при умові } j \neq i. \quad (48)$$

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 їхній реалізацію та ефективність. Для моделювання зовнішніх чинників пропонується комбіновано розглядати їх значення як детерміновані (передбачувані тенденції), так і стохастичні (наявність випадкових коливань):

$$S_i(t) = A_i \sin(\omega_i t + \phi_i) + \sigma_i \epsilon(t), \quad (49)$$

де A_i – амплітуда впливу; ω_i – частота коливань; ϕ_i – фазовий зсув.

Зовнішні чинники $S_i(t)$ інтегруються в рівняння (41) для кожного i -го проєкту, впливаючи на динаміку його стану. Для комплексного моделювання складових проєктного середовища із врахуванням як передбачуваних тенденцій, так і випадкових впливів, використовують вираз:

$$S_i(t) = A_i \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) + \sigma_i \epsilon(t). \quad (50)$$

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.

Удосконалений метод прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки передбачає їх опис завдяки використанню телеграфного рівняння для моделювання хвилеподібного поширення епідемій (рис. 9).

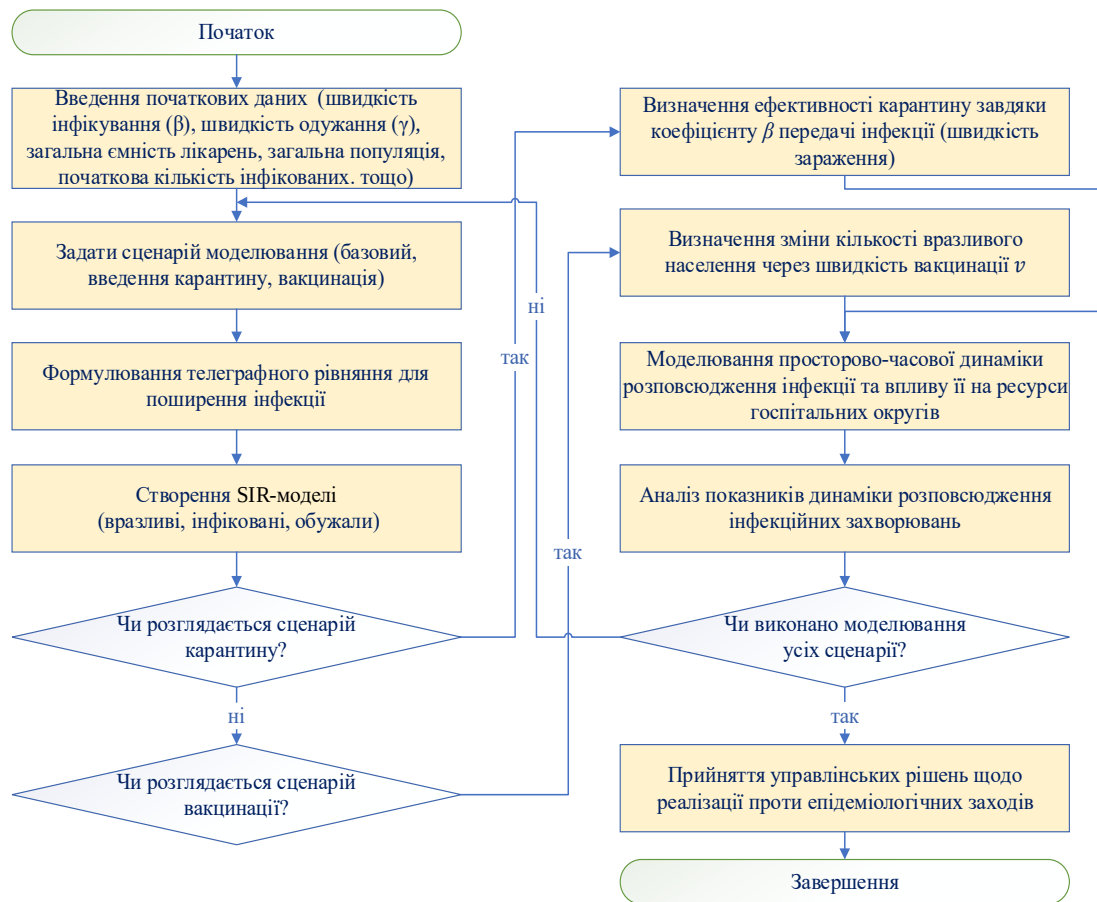


Рисунок 9 – Блок-схема алгоритму запропонованого методу прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння

На відміну від існуючих, він 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 та завантаження лікарень та є важливим для проєктних менеджерів під час прийняття відповідних управлінських рішень.

Для врахування поширення інфекції не лише у часі, але й у просторі, пропонується дещо адаптувати телеграфне рівняння до задачі прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз з урахуванням просторово-часової динаміки:

$$\frac{\partial^2 I(x,t)}{\partial t^2} + 2\alpha \frac{\partial I(x,t)}{\partial t} = c^2 \frac{\partial^2 I(x,t)}{\partial x^2} + f(x,t), \quad (51)$$

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. Модель описується системою диференціальних рівнянь:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{SI}{N}, \quad \frac{dI}{dt} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I, \quad \frac{dR}{dt} = \gamma I, \quad (52)$$

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.

Для кожного з параметрів $S(x,t)$, $I(x,t)$ та $R(x,t)$ пропонується використати телеграфне рівняння (51) 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 (51) описує це просторове поширення з певною швидкістю C , що відповідає реальним умовам.

На підставі моделювання просторово-часової динаміки оцінюється вплив розповсюдження інфекційних хвороб у населення регіону на ресурси госпітальних округів. Щоб врахувати завантаження госпітальних округів, 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:

$$H(t) = \iint_{\Omega} I(x,t) dS, \quad (53)$$

де Ω – межа госпітального округу.

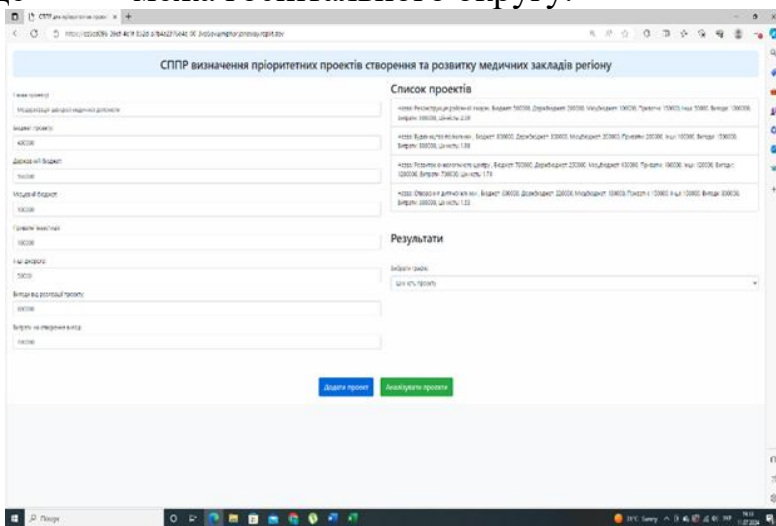


Рисунок 10 – Вікно користувачів СПМР визначення пріоритетних проектів РМЗГО

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: 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 ліжко-місць лікарень $H_{\max}$.

У п'ятому розділі «Розробка інструментарію адаптивно-ціннісного управління створенням та розвитком госпітальних округів» розроблено інструментарій управління проектами РМЗГО. Розроблений алгоритм визначення пріоритетних проектів створення та розвитку медичних закладів регіону передбачає виконання 12 кроків, які базуються на розроблених методах і моделях і враховують особливості формування бюджету зазначених проектів та їх цінність за заданих вигод, що забезпечує пришвидшення та підвищення якості виконання управлінського процесу визначення пріоритетних проектів РМЗГО. Запропонована СППР забезпечує пришвидшення та підвищення точності виконання процесу визначення пріоритетних проектів РМЗГО (рис. 10).

Архітектура цієї СППР передбачає клієнтську частину (Frontend), що розроблена із використанням HTML та CSS для розмітки і стилізації сторінки, JavaScript для динамічного додавання медичних проектів до списку, обробки подій, а також відправки запитів на сервер. Особливостями СППР визначення пріоритетних проектів РМЗГО 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

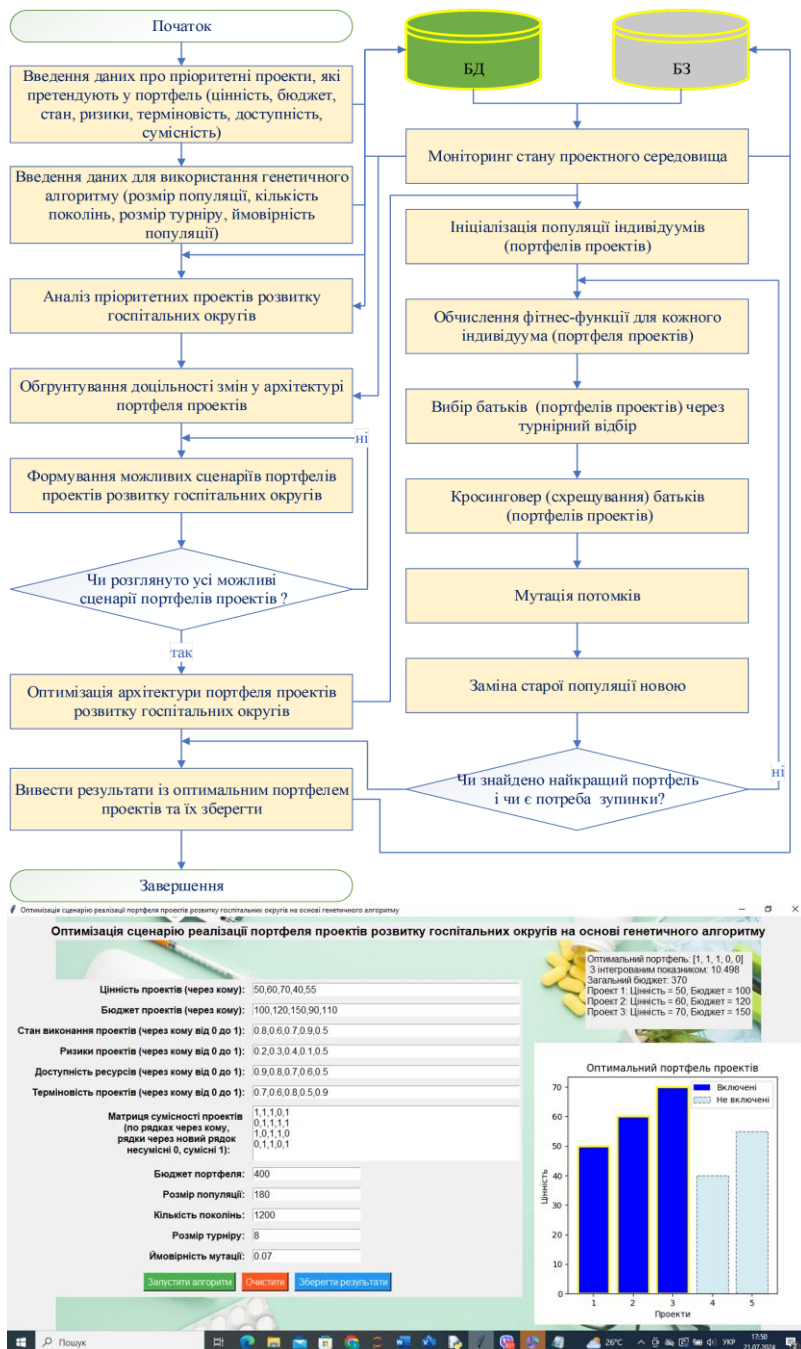


Рисунок 11 – Блок-схема алгоритму та СППР оптимізації сценарію реалізації портфеля проектів РМЗГО

обробки подій, а також відправки запитів на сервер. Особливостями СППР визначення пріоритетних проектів РМЗГО 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 проєктів допомагає користувачам краще представити інформацію для прийняття управлінських рішень.

Алгоритм оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів РМЗГО базується на розробленому методі адаптації архітектури портфеля до мінливого проєктного середовища та моделі оптимізації портфеля проєктів РМЗГО на основі генетичного алгоритму (рис. 11). На основі цього алгоритму запропонована СППР для оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів РМЗГО, що передбачає використання генетичного алгоритму. Він є ефективним методом пошуку оптимальних рішень з-поміж можливих варіантів формування портфелів проєктів РМЗГО, інтегрує сучасні інструменти для обробки даних і візуалізації результатів. Це дозволяє проєктним менеджерам та керівникам госпітальних округів приймати обґрунтовані управлінські рішення, забезпечуючи раціональний розподіл ресурсів для досягнення стратегічних цілей розвитку медичних закладів. Для використання запропонованої системи підтримки прийняття рішень насамперед слід запустити 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 запуску СППР забезпечує пришвидшення та підвищення точності виконання управлінського процесу оптимізації сценарію реалізації портфеля проєктів РМЗГО.

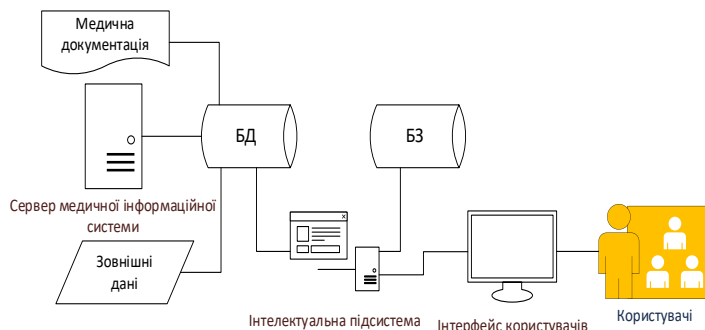


Рисунок 12 – Архітектура інтелектуальної інформаційної системи прогнозування складових медичних проєктів

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 (рис. 12). Вона забезпечує пришвидшене та якісне прогнозування складових медичних проєктів завдяки вирішенню завдань збору, аналізу, моделювання та прогнозування даних, пов'язаних із проєктами в медичній галузі.

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. Вони забезпечують точне прогнозування складових медичних проєктів, таких як тривалість життєвого циклу,

бюджет, потреба у ресурсах, що лежать в основі підвищення точності планування та пришвидшення процесів прийняття управлінських рішень.

У шостому розділі «Розробка інструментарію диференціально-символьного управління проєктами функціонування та розвитку медичних закладів» розроблено алгоритм функціонування комп'ютерної моделі диференціально-символьного управління медичними проєктами підтримки населення громад (рис. 13).

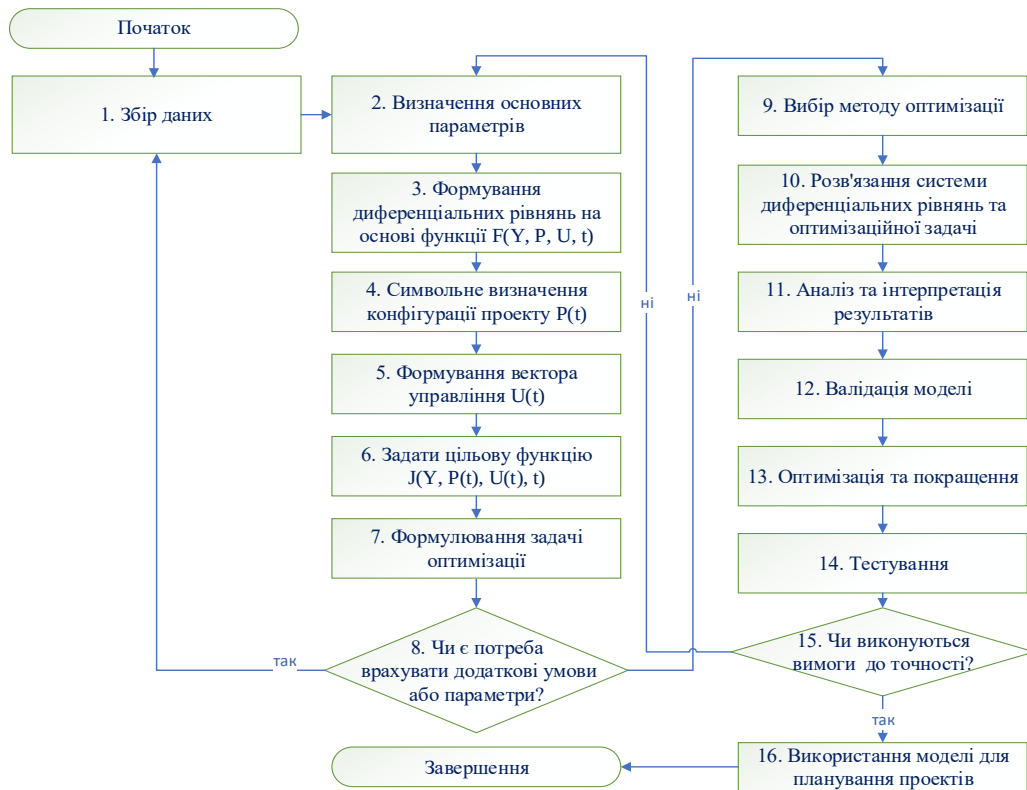


Рисунок 13 – Блок-схема алгоритму створення комп'ютерної моделі диференціально-символьного планування медичних проєктів підтримки населення громад

Він передбачає виконання 16 кроків, базується на обґрунтованих диференціально-символьному підході та математичній моделі, в основі яких є математичного моделювання із використанням диференціальних рівнянь, чисельного аналізу та визначення раціональної конфігурації зазначених проєктів, які забезпечують підвищення точності планування медичних проєктів підтримки населення громад. На основі запропонованого алгоритму розроблено комп'ютерну модель диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад, що базується на обґрунтованій математичній моделі.

Вона 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.

Запропоновано алгоритм та комп'ютерну модель диференціально-символьного оцінення ризиків проєктів медичної підтримки населення громад (рис. 13).

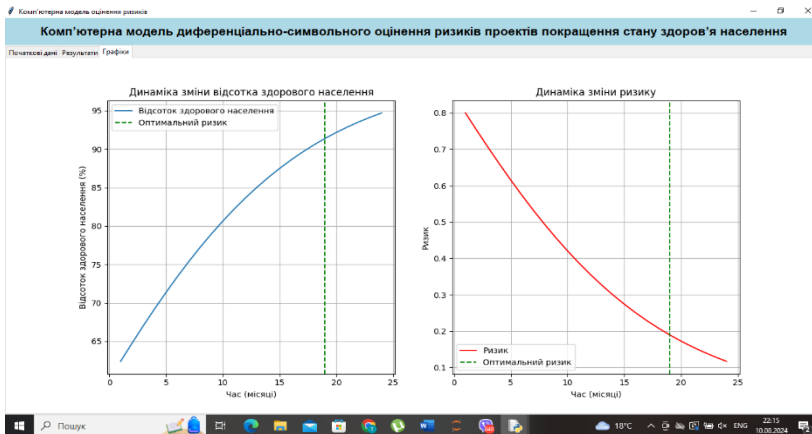


Рисунок 14 – Вікно користувача комп'ютерної моделі із візуалізацією результатів оцінення ризиків проєктів

бюджет та ризик, залежно від заданих характеристики проектного середовища зазначених проєктів.

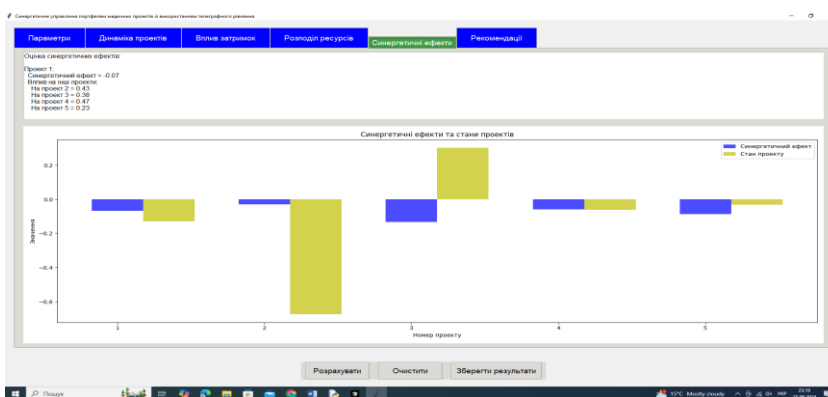


Рисунок 15 – Вікно користувача СППР для синергетичного управління портфелем РМЗГО

медичних проєктів, а також забезпечують значне пришвидшення процесу прийняття управлінських рішень щодо реалізації проєктних портфелів у мінливому проектному середовищі.

Розроблена СППР для прогнозування розповсюдження епідеміологічних загроз на основі телеграфного рівняння базується на удосконаленому методі, який 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.

У цьому розділі «**Результати використання розробленого інструментарію управління проєктами та портфелями функціонування та розвитку госпітальних округів**» на підставі розроблених адаптивно-ціннісного підходу та концептуальній моделі управління портфелями проєктів створення госпітальних округів виконано оцінку існуючого стану їх створення (рис. 15, а). Встановлено, що у трьох областях України (Закарпатська, Львівська та Харківська) спостерігається

Вони передбачають виконання 9 кроків, які базуються на обґрунтованих диференціально-символьному підході та математичній моделі диференціально-символьного оцінення ризиків зазначених проєктів. Окрім того, описують динаміку базових показників проєктів, що дає можливість проєктним менеджерам оцінювати ризики проєктів та передбачати зміну базових показників, таких як здоров'я,

Розроблені алгоритм моделі синергетичного управління портфелем медичних проєктів, та на його основі СППР (рис. 15), 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

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. 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 потребу удосконалення концепції реформування системи охорони здоров'я в Україні. Зокрема, встановлено, що нерівномірний розподіл 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. На підставі використання адаптивно-ціннісного підходу із врахуванням означених суперечностей та чинних вимог «Порядку створення госпітальних округів» виконано обґрунтування конфігурації госпітальних округів у бажаному стані на території Львівської області (рис. 16, б).

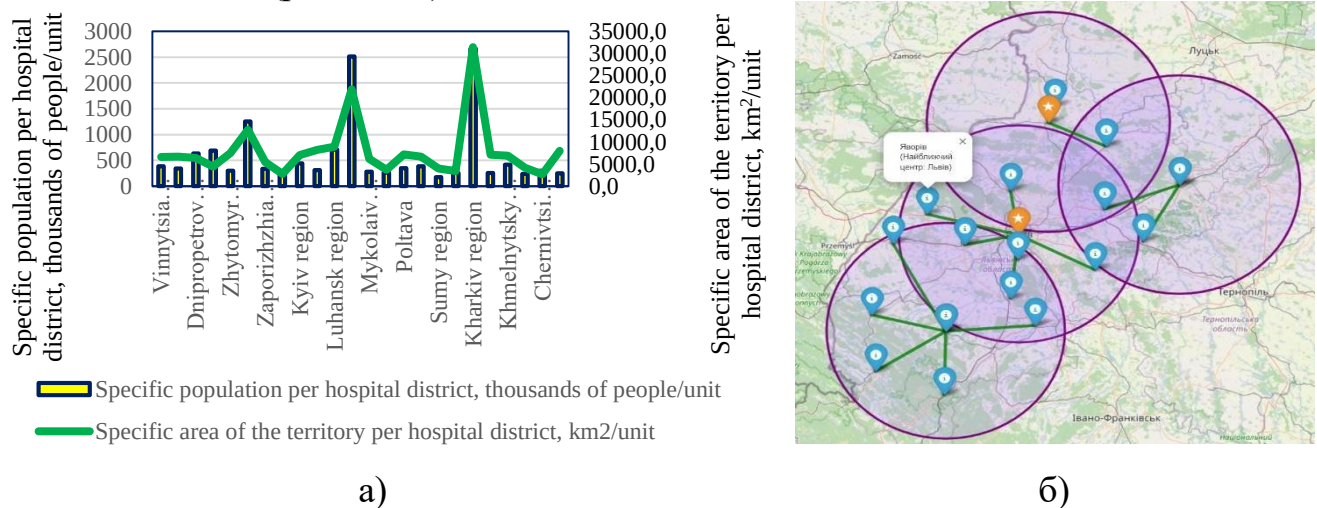


Рисунок 16 – Тенденції зміни питомих чисельності населення та площі території, що припадають на один госпітальний округ у розрізі окремих областей України (а) та конфігурація бажаного стану госпітальних округів на території Львівської області

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 багатoproфільних лікарень інтенсивного лікування першого та другого рівнів впродовж 60 хв (або ж 60 км). Окрім того, підвищиться цінність цих госпітальних округів завдяки збереженню життя людей та зниженню смертності через невчасно надану медичну допомогу.

Використання розробленої СППР, яка забезпечує оцінення тривалості життєвого циклу проєктів лікування пацієнтів, дало можливість встановити залежності зміни цієї тривалості від чинників проєктного середовища (рис. 17). Встановлено, що тривалість життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у

дітей від віку пацієнтів знаходиться у межах 8...37 днів і зростає за зростання віку та ваги пацієнтів. Отримані залежності лежать в основі прийняття рішень щодо прогнозованої тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей.

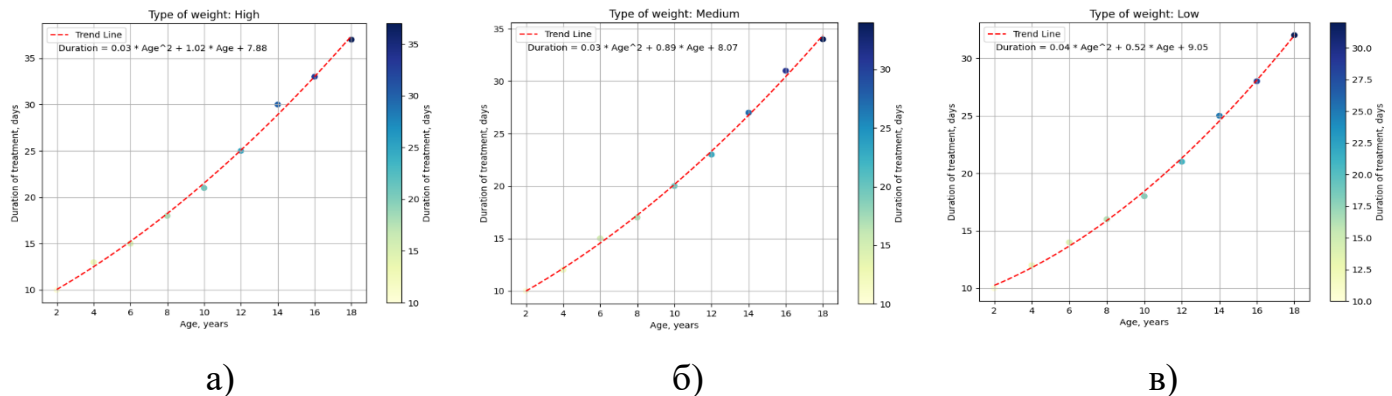


Рисунок 17 – Залежності прогнозованої тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від віку пацієнтів та малої (а), середньої (б) та великої (в) ваги

У результаті використання запропонованої СППР виконано визначення пріоритетних проєктів РМЗГО для заданих умов заданого проєктного середовища (рис. 18). Нами отримано графік пріоритетних проєктів створення та розвитку медичних закладів регіону, відсортованих за їх цінністю (рис. 18, а). 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. Гістограма структури бюджету проєктів РМЗГО (рис. 18, б) дає можливість виконати аналіз частки фінансування, що отримується із різних джерел.



Рисунок 18 – Гістограми пріоритетних проєктів РМЗГО відсортованих за їх цінністю (а) та структури їх бюджету (б)

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. На основі гістограм (рис. 18) приймаються управлінські рішення щодо доцільності пошуку і залучення додаткових джерел фінансування, що лежить в основі підвищення ефективності використання наявних ресурсів.

Виконані дослідження впливу складових проєктного середовища на оптимізацію портфеля проєктів РМЗГО із використанням запропонованої СППР дали можливість встановити залежності. Вони наочно відображають взаємозв'язки між ключовими показниками (бюджет, вартість портфеля, кількість проєктів) та оптимальним інтегрованим показником цінності портфелів проєктів РМЗГО, що вказує їх важливість та доцільність використання під час прийняття стратегічних та оперативних управлінських рішень щодо реалізації портфелів проєктів РМЗГО.

На основі 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. Вона забезпечує високу точність прогнозу (рис. 19, а), здатність навчатися на великих наборах даних та відносно є простою у використанні. Отримана залежність тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від стану хворих (рис. 19, б) сприяє проєктним менеджерам забезпечувати точність прогнозування та покращення якості медичного обслуговування.

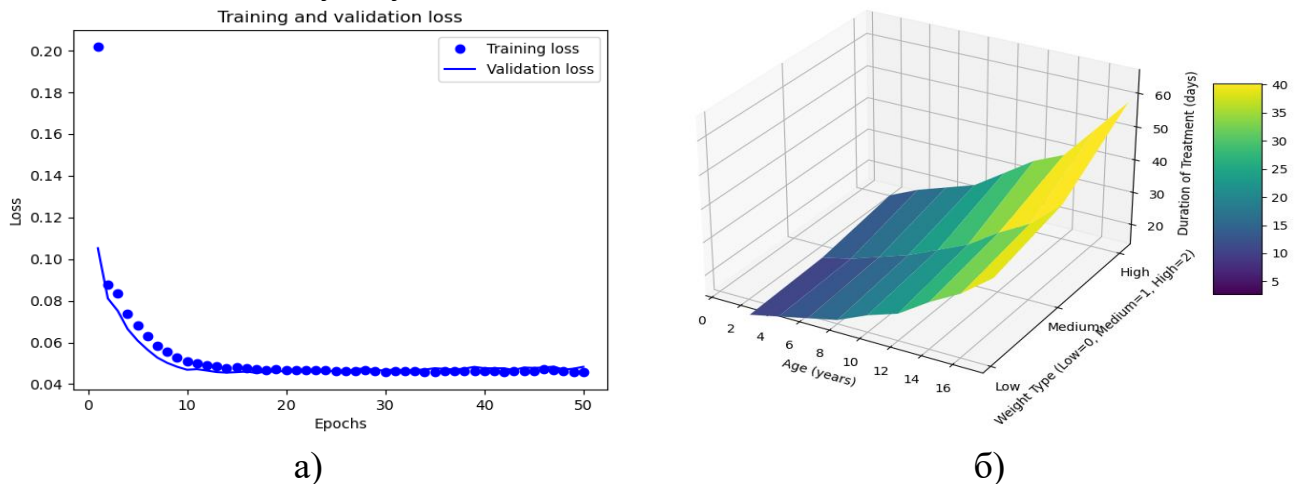


Рисунок 19 – Результати оцінки середньоквадратичної похибки (MSE) під час навчання нейромережевої моделі (а) та отримана залежність тривалості життєвого циклу проєктів лікування цукрового діабету у дітей від стану хворих (б)

У результаті проведених досліджень встановлено (рис. 20), 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 $P=0.04$, що свідчить про близькість бажаних результатів до реальних. На основі 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.

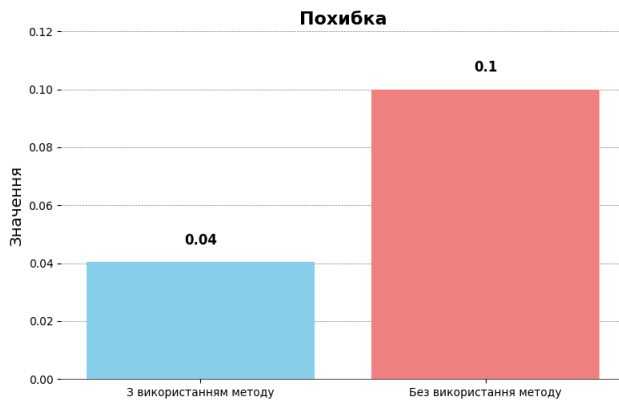


Рисунок 20 – Гістограма оцінення точності методу диференціально-символьного планування проєктів медичної підтримки населення громад

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.

У результаті проведених досліджень встановлено, що запропонована СППР для синергетичного управління портфелем медичних проєктів дає можливість кількісно визначити синергетичні ефекти (рис. 21). На осі ординат (рис. 21) 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)).

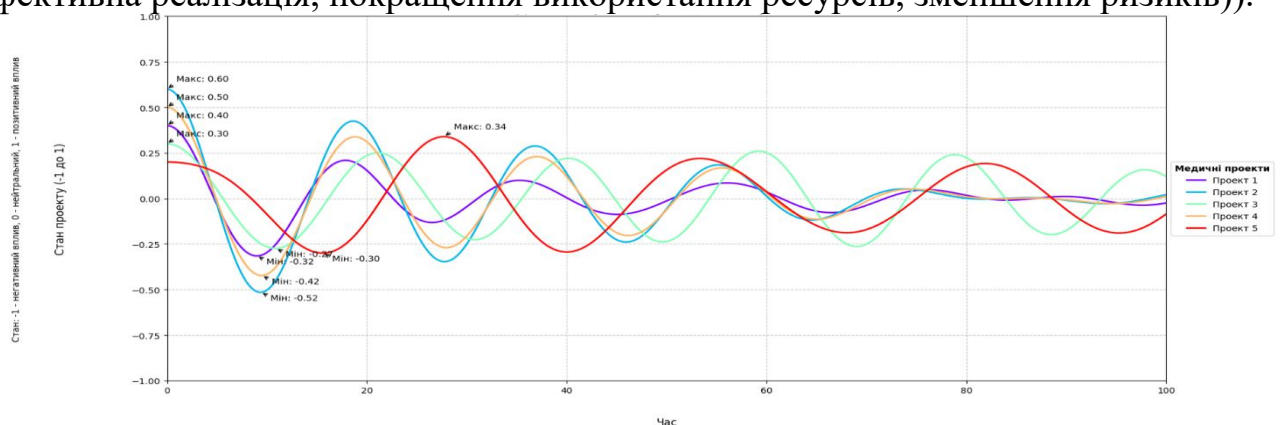


Рисунок 21 – Тенденції зміни стану проєктів РМЗГО включених у портфель

Отримані результати лежать в основі оцінення 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 СППР не перевищує 5%, що підтверджує адекватність та точність чисельних рішень виконаних із її використанням, що є прийнятним для використання проєктними менеджерами у практичній діяльності.

Розроблені методи, моделі та інструментальні засоби адаптивно-ціннісного управління проєктами РМЗГО впроваджено у практику розв'язання управлінських задач на території Львівського, Тернопільського та Івано-Франківського госпітальних округів, що підтверджує ефективність розробленої методології адаптивно-ціннісного управління ними.

ВИСНОВКИ

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 не досить 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 проектів та на їх основі адаптувати дії до мінливого проектного середовища госпітальних округів.

4. Розроблені моделі та методи диференціально-символьного управління проектами 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 проектів, 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 проектами функціонування та розвитку медичних закладів, які включають алгоритми та системи підтримки прийняття рішень, базуються на обґрунтованих методах і моделях, враховують особливості зазначених проектів та їх мінливого проектного середовища, що дозволяє проектним 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 ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ 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, Web of Science).
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, Web of Science).

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 проектами 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, Web of Science).

22. Politsanskyi 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, Web of Science).

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, Web of Science).

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, Web of Science).

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, Web of Science).

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

42. **Malanchuk O.**, Vistak M., Politsanskyi 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.

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.

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.

45. Politsanskyi 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*. Lviv, 2023. P. 37–40.

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 : ЛНУП, 2023. С. 76–78.

47. Тригуба А. М., Тригуба І. Л., Мармуляк А. С., **Маланчук О. М.** Моніторинг 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 виробництва: 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 проектів функціонування та розвитку госпітальних округів і структура процесу їх ідентифікації. *Інформаційні системи в управлінні проектами та програмами: матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції* (Коблево, 9–13 вересня 2024 р.). Харків: ХНУРЕ, 2024. С. 225–229.

АНОТАЦІЯ

Маланчук О. М. Методологія адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – управління проектами та програмами. – Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, 2025.

У дисертації виконано теоретичне узагальнення та вирішено актуальну науково-прикладну проблему створення методології адаптивно-ціннісного управління, що забезпечує гнучке реагування на зміни в проектному середовищі, орієнтацію на створення цінностей для зацікавлених сторін, оптимальний розподіл ресурсів та управління ризиками. Виконано аналіз стану питання, обґрунтовано доцільність розроблення нових та удосконалення існуючих моделей, методів і засобів адаптивно-ціннісного управління. Розроблено методологію адаптивно-ціннісного управління проектами розвитку медичних закладів.

Розроблено адаптивно-ціннісний підхід до управління проектами розвитку медичних закладів у госпітальних округах. Запропоновано диференціально-символьний підхід до управління проектами функціонування медичних закладів. Розроблено моделі і методи адаптивно-ціннісного управління проектами та портфелями створення госпітальних округів.

Удосконалено метод адаптації архітектури портфеля розвитку госпітальних округів до мінливого проектного середовища. Удосконалено модель системи планування медичних проектів. Обґрунтовано тенденції зміни показників проектів та портфелів розвитку медичних закладів, впроваджено у практику інструментарій, методики та рекомендації щодо адаптивно-ціннісного управління.

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

ABSTRACT

Malanchuk O.M. Methodology of adaptive-value-based project management of medical institutions development in hospital districts. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Science in specialty 05.13.22 – Project and Program Management. – Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, 2025.

The thesis provides a theoretical generalisation and solves the urgent scientific and applied problem of creating a methodology for adaptive value-based management, namely models and methods of models, methods and tools for managing projects for the development of medical institutions in hospital districts, which provides a flexible response to changes in the project environment, a focus on creating value for stakeholders, optimal resource allocation and risk management. The state in practice and science, substantiates the feasibility of developing new and improving existing scientific foundations, models, methods and tools for adaptive value-based management is analysed in the thesis. A methodology for adaptive value-based project management of medical facilities development in hospital districts has been developed, which combines the flexibility of project management with the changing project environment.

An adaptive value-based approach to project management of healthcare facilities in hospital districts has been developed, based on sound principles and management processes. A differential-symbolic approach to project management of medical institutions is proposed, based on the use of differential equations and symbolic computing for modelling and analysing complex dynamic systems.

A conceptual model of adaptive value-based management of hospital district project portfolios and a model for optimising the hospital district development project portfolio are proposed, which involve the implementation of management processes that ensure the alignment 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.

An adaptive-value method for initiating projects for the creation and development of medical facilities in hospital districts has been developed, based on the use of computational intelligence, 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 was created to predict the duration of inpatient treatment of patients, which takes into account the hidden relationships between the components of the project environment and has an optimised architecture that improves the accuracy of management decision-making.

Differential-symbol 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 assessing risks, resource use, and synergistic effects arising from the interaction of medical projects.

The method of adapting 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 a 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 increases the effectiveness of the project.

Improved structural model of the medical project planning system based on computational intelligence, which, unlike the existing ones, is based on the use of computational intelligence and also involves the use of a database and knowledge base that ensure the automated execution of management processes for substantiating the content of projects and developing individual patient treatment plans.

Based on existing models and methods, scientific and methodological foundations for planning projects for the development of medical institutions in hospital districts have been developed, which, unlike existing ones, involve a combination of processes for managing contradictions and conflicts of interest between stakeholders, as well as quantitative value assessment, which ensures the balanced development of medical institutions, increasing the overall sustainability and efficiency of the healthcare system.

Methods, algorithms and management decision support systems for planning and risk assessment of community healthcare projects, forecasting the spread of epidemiological threats and synergistic management of a portfolio of healthcare projects based on a differential-symbolic approach, models and methods for managing projects for the development of medical facilities in hospital districts, which increase the accuracy and speed up the process of making management decisions in a changing project environment, are substantiated.

Trends in changes in the indicators of projects and portfolios for the development of healthcare facilities in hospital districts are substantiated. The results of the research have been applied in the recommendations for adaptive value-based management of healthcare facilities development projects in the Lviv, Ternopil and Ivano-Frankivsk hospital districts, which is confirmed by the acts of implementation in practice, as well as in the recommendations for applicants of the Lviv National University of Environmental Management, Lviv State University of Life Safety and Danylo Halytskyi Lviv National Medical University.

It has been established that the proposed recommendations contribute to improving the quality of management decisions and increasing the value of the implementation of projects for the development of medical institutions in hospital districts by 12...36 %.

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