

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Південний державний проєктно-конструкторський
та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості, м. Харків
Громадська академія наук, м. Лодзь, Польща
ISMA Вища школа менеджменту інформаційних систем, м. Рига, Латвія
Університет Масарика, м. Брно, Чехія

**ЗБІРНИК ПРАЦЬ
МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
УПРАВЛІННЯ
ПРОЄКТАМИ І ПРОГРАМАМИ»**

Харків–Коблево, 2025

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова,
м. Миколаїв
Національний університет «Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка»
Південний державний проєктно-конструкторський та науково-дослідний
інститут авіаційної промисловості, м. Харків
Громадська академія наук, м. Лодзь, Польща
ISMA Вища школа менеджменту інформаційних систем, м. Рига, Латвія
Університет Масарика, м. Брно, Чехія

**ЗБІРНИК ПРАЦЬ
МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ І ПРОГРАМАМИ»**

Харків – Коблево, 2025

Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та інноваційні технології управління проєктами і програмами», Харків-Коблево, 15–20 вересня 2025 р. Збірник праць. – Харків: ХНУРЕ, 2025. – 338 с.

Подано матеріали пленарних та секційних доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами». Протягом виступів було обговорено основні напрями та перспективи науково-технічних дослідів, досвіду впровадження сучасних методів економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій в управління бізнесом, проєктами та програмами. Висвітлено сучасний рівень розвитку теорії та практики інноваційного менеджменту, управління проєктами і економічної безпеки.

Для спеціалістів, викладачів, аспірантів і студентів.

*Статті відтворені з авторських оригіналів, поданих оргкомітету,
в авторській редакції.*

ІНІЦІАТОРИ ТА ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Харківський національний університет міського господарства
ім. О. М. Бекетова
Національний університет кораблебудування
ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв
Національний університет «Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка»
Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний
інститут авіаційної промисловості, м. Харків
Громадська академія наук, м. Лодзь, Польща
ISMA Вища школа менеджменту інформаційних систем, м. Рига, Латвія
Університет Масарика, м. Брно, Чехія

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Ігор Рубан

доктор технічних наук, професор, ректор
Харківського національного університету
радіоелектроніки.

Співголови:

Ігор Чумаченко

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
управління проектами
в міському господарстві і будівництві Харківського
національного університету міського господарства ім.
О.М. Бекетова

Сергій Бушуєв

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
управління проектами Київського національного
університету будівництва і архітектури, президент
Української асоціації управління проектами.

Євген Трушляков

доктор технічних наук, професор,
ректор Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова;

Члени програмного комітету:

Роман Артюх

кандидат технічних наук, директор ДП «Південний
державний проектно-конструкторський та науково-
дослідний інститут авіаційної промисловості»;

<i>Ізбал Бабаєв</i>	доктор технічних наук, професор, президент Азербайджанської асоціації управління проєктами, м. Баку, Азербайджан;
<i>Вікторс Гопеєнко</i>	доктор технічних наук, професор, ISMA Вища школа менеджменту інформаційних систем, м. Рига, Латвія;
<i>Четін Елмаз</i>	доктор наук, професор, завідувач кафедри штучного інтелекту Газі університету, президент Турецької асоціації управління проєктами (TrPMA), президент Асоціації промислового штучного інтелекту (IAIA), м. Анкара, Туреччина;
<i>Олег Зачко</i>	доктор технічних наук, професор, професор кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту Львівського державного університету безпеки життєдіяльності;
<i>Віктор Косенко</i>	доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка»;
<i>Юрій Романенков</i>	доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи Харківського національного університету радіоелектроніки;
<i>Валентин Філатов</i>	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри штучного інтелекту Харківського національного університету радіоелектроніки;
<i>Танака Хіроши</i>	доктор наук, професор Токійського університету розвитку технологій, м. Токіо, Японія;
<i>Софія Хрустальова</i>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки Харківського національного університету радіоелектроніки;
<i>Сергій Чернов</i>	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління проєктами Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;
<i>Наталія Чухрай</i>	доктор економічних наук, професор, Громадська академія наук, м. Лодзь, Польща.

ОРГАНІЗАЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТАВЛЯЮТЬ УЧАСНИКИ КОНФЕРЕНЦІЇ

ISMA Вища школа менеджменту інформаційних систем, м. Рига, Латвія;;

Агенція Astar Marketing, США;

Вищий навчальний заклад «Університет економіки та права «КРОК», м. Київ;

Державне підприємство «Південний державний проєктно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості», м. Харків;

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут радіо і телебачення»;

ДТЕК Київські електромережі;

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;

Київський національний університет будівництва і архітектури;

Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради;

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності;

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького;

Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»;

Національний природничий університет України;

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»;

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»;

Національний транспортний університет;

Національний університет "Одеська політехніка";

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв;

Одеський національний морський університет;

Український державний університет залізничного транспорту;

Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро;

Університет імені Масарика, м. Брно, Чехія;

Філія «Науково-дослідний інститут природних газів» АТ «Укргазвидобування»;

Філія «Науково-дослідний інститут транспорту газу» АТ «Укртрансгаз»;

Харківський гуманітарний університет «Народна українська академія»;

Харківський національний автомобільно-дорожній університет;

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця;

Харківський національний медичний університет;

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;
Харківський національний університет міського господарства імені
О. М. Бекетова;
Харківський національний університет радіоелектроніки;
Харківський технічний університет "Шаг";
Черкаський державний технологічний університет.

- 13 Methods of transferring real robots into simulation environments:
case study coppeliasim
Bronnikov A.I., Nienova D.V.
- 17 Ai-driven innovation in project management.
A strategic imperative for future success
Bushuyev S.D., Bushuieva V.B., Bushuiev D.A.
- 24 Data shaping for IT product strategy analysis using fuzzy cognitive modeling
Grinchenko M., Moskalenko V., Grinchenko E.
- 28 Models for minimizing risks in a construction project portfolio
in interaction with artificial intelligence tools
Hudov V.V.
- 32 Diagnostics of the technological cutting process based
on neural network modeling
Khrustalova S., Romenskyi O.
- 34 Resource management models in project and programme management:
integration of information systems and DevOps approaches
Kovalchuk O.I.
- 38 Formulation of a conceptual model of information technology
for intelligent patient data analysis
Kutsenko D., Grinchenko M.
- 41 Pattern-based framework for managing artificial intelligence innovation
in scaled agile environments
Lukutin O.
- 45 Development of multi-project resource management monitoring systems
Lutsiv Y.S., Dotsenko N.V.
- 47 AI Tools vs. Traditional Search: transformation of information systems
in project and program management
Popova O.
- 54 Digitalization and energy efficiency projects: risks and opportunities
Semko I., Semko O.
- 57 DeepCQ+: Robust MADRL Routing for Dynamic MANET/FANETs
Sopov Ie.
- 61 Problems of designing critical control systems
Timofeev V., Anishchenko A., Khrustalova S.
- 63 Strategic communications models in a construction project
taking into account a project environment turbulence
Vedmediev O.

- 67 Analysis of modern methods for detecting and recognizing objects based on computer vision technologies
Zdoryk N., Hryzhak V.
- 70 Ідентифікація основних параметрів транскордонного проєкту у сфері безпеки
Авдєєва Х.І., Кобилкін Д.С.
- 74 Використання алгоритмів рішення транспортної задачі із проміжними перевезеннями для оптимізації розвитку електричних мереж енергосистем
Баженів В.А.
- 78 Концептуальна модель управління ресурсами портфелів інфраструктурних проєктів
Барський С.Ю., Тесленко П.О., Овсійчук В.П.
- 81 Огляд сучасних моделей та методів управління ризиками проєктів дорожнього будівництва
Басько А.С., Дяченко П.В.
- 85 Оптимізація комп'ютерних мереж навчальних закладів у процесі переходу до технології BYOD
Безкоровайний В.В., Кисельова О.Б., Щербак І.В.
- 88 Інформаційні технології в аналізі вхідної інформації для автоматизації розподілу завдань на приладобудівному виробництві
Бронніков А.І., Андрєєв А.С.
- 92 Управління відкритими проєктами в умовах динамічних змін економіки знань
Булавін Д.О., Петренко В.О.
- 95 Порівняння моделей відбору учасників традиційних та розподілених команд ІТ-проєктів
Вальчук Д.В., Назаров Д.Л.
- 99 Вилучення накопиченої рідини зі свердловин та шлейфів газоконденсатних родовищ
Воловецький В.Б., Фрідман О.А., Щирба О.М., Романишин Ю.Л.
- 102 Сучасні підходи до проєктування бізнес-процесів
Головко О.В.
- 106 Методи управління проєктами й процесами в торговельних організаціях
Гулич В.В., Михелєв І.Л.
- 110 Інтеграція цілей сталого розвитку в методологію *earned value management*: концептуальні підходи та проблеми використання
Гусєва Ю.Ю., Доценко Н.В., Некрасов І.Б., Чумаченко І.В.
- 113 Екологічні проєкти: система моніторингу атмосферного повітря
Данишина С.Ю.

- 121 До питання визначення ролі системоутворювального фактора у формуванні системи
Доценко С.І.
- 103 Методика оцінювання економічної ефективності інвестицій відбудови пошкоджених об'єктів
Дружинін Є.А., Давиденко О.А.
- 123 Управління стейкхолдерами проєктів в умовах динамічних впливів зовнішнього середовища й зусиль
Дяченко П.В., Шадура Д.О.
- 127 Автоматизація перевірки відповідності коду принципам *domain-driven design* у CI/CD-процесах
Жумік В.М., Дружинін Є.А.
- 130 Біфуркаційні зміни в системах логістичних та інфраструктурних проєктів в умовах воєнного стану
Зачко О.Б., Мицько Р.І., Захарчишин С.В.
- 132 Стейкхолдери як носії цінності проєкту в галузі пасажирських перевезень
Іщенко В.А., Заяц О.В.
- 137 Метод формування системної моделі показників сталого розвитку в управлінні бізнесом в умовах відновлювальної економіки
Кісільов О.І., Данченко О.Б.
- 141 Метрики оцінювання синхронізації, ефективності та надійності управління групою БПЛА
Ковалевський М.І., Дружинін Є.А.
- 144 ESG-ризики проєктів екологістичних систем
Ковтун Т.А., Ковтун Д.К.
- 148 Циркулярні бізнес-моделі як інструмент інноваційного розвитку логістики
Ковтун Т.А., Крупська О.С.
- 152 Обґрунтування застосування проєктного підходу до логістичного забезпечення зернових комплексів
Ковтун Т.А., Курянов О.В.
- 156 Застосування проєктного підходу до управління сталими логістичними системами
Ковтун Т.А., Пеню І.Л.
- 160 Особливості та проблеми комунікацій у великих корпоративних IT-проєктах
Косенко А.Ю., Мартиненко М.О., Тесленко П.О.
- 163 Упровадження гнучких цифрових інструментів VR та AR в освіті
Косенко Н.В.
- 166 Метод управління портфелем проєктів у сфері дорожнього будівництва
Куліков О.М., Бедрій Д.І.

- 170 Стан і перспективи розвитку інформаційних систем діагностики технічного стану будівель та споруд
Кунах М.В.
- 173 Вибір стороннього інструменту розроблення на основі теорії доказів Демпстера – Шефера
Лисенко О.О., Кононенко І.В., Лисенко А.О.
- 176 Ситуаційна обізнаність в управлінні ІТ-проєктами
Лобок Є.А., Бушуєва Н.С.
- 183 Інтегрована концептуальна модель управління проєктами експортної діяльності підприємства
Мазуренко М.П., Коваленко А.С., Качков С.О.
- 187 Методи зниження ризиків в ІТ-проєктах за допомогою оптимізації комунікаційних процесів
Майданюк І.П.
- 190 Дослідження логістики збуту високотехнологічної продукції оборонного призначення
Малєєва О.В., Поліщук Є.В., Малєєва Ю.А., Артюх Р.В.
- 194 Модель «Сходи» аналізу операційних ризиків компанії з елементами факторного аналізу
Меліксетов О.І., Гайдаєнко О.В.
- 198 Дослідження ефективності гібридних методів зменшення розмірності та кластеризації
Мірошниченко Н.С., Перова І.Г.
- 201 Використання адитивної технології для виготовлення амортизувальної вкладки
Місан Б., Невлюдов І., Рубан О.
- 210 Перспективи застосування управління знаннями в проєктному управлінні
Молоканова В.М.
- 214 Інноваційні механізми програм розвитку девелоперської компанії на основі проактивного стратегічного управління
Мурованський Г.А., Бушуєва Н.С.
- 219 Стратегія розвитку талантів у гібридному робочому середовищі
Мушинський О.Ю.
- 223 Удосконалення вибору топології інформаційної мережі
Неронов С.М., Костікова М.В., Неронов О.М., Плєхов Д.О.
- 228 Особливості діяльності компаній проєктно-орієнтованого управління з огляду на економічну регіональну інтеграцію
Обухова Н.В., Давиденко О.А.
- 233 Ситуаційне управління в проєктах автомобільних перевезень
Олійник А.С., Заяц О.В.

- 237 Актуальні напрями програмно-проектного менеджменту у сфері національної безпеки і оборони України в епоху цифровізації
Петренко В.О., Решетняк В.В.
- 241 Методологія управління ризиками в проєктах розвитку транспортно-експедиторських компаній
Пітерська В.М.
- 244 Методи дослідження антропогенного навантаження на річкові екосистеми в умовах реалізації інфраструктурних проєктів
Подорожко К.Д.
- 247 Застосунок симуляції зграєвої поведінки тварин з використання алгоритму BOIDS
Попов А.В., Діденко С.І.
- 250 Моделювання логістики постачання озброєння та військової техніки в зону воєнного конфлікту
Прохоров О.В., Попов А.В., Губка О.С.
- 254 Виявлення пошкоджень на сільськогосподарських угіддях на основі SAR-даних та машинного навчання
Світенко Г.М., Романенков Ю.О.
- 257 Регресійна модель оцінювання фізичного обсягу спринта ІТ-проєкту
Серік О.А.
- 261 Концептуальна модель управління знаннями в ІТ-проєктах
Скакун П.П., Данченко О.Б., Коваленко А.С.
- 266 Сучасні інтелектуальні системи самодіагностики конвеєрних ліній
Слюсар А., Хрусталева С.
- 270 Підходи до управління ІТ-проєктами в галузі телекомунікацій
Смідович Л.С.
- 274 Цифрові двійники в ІТ-проєктах
Тесленко П.О., Скопін Р.П., Тімчинський О.О., Лобачев М.В.
- 277 Використання цифрових технологій для реалізації проєктів розвитку інфраструктури регіонів у післявоєнний час
Тригуба А.М., Коваль Л.С., Шолудько Р.Я., Андрушків О.Я., Олійник Р.І.
- 282 Інформаційно-аналітична модель оцінення ресурсного потенціалу для реалізації проєктів енергозабезпечення домогосподарств
Тригуба І.Л., Маланчук О.М., Татомир А.В., Коциловський М.П., Андрушків О.Я.
- 287 Методи та засоби вирішення рутинних завдань розробником мобільних застосунків
Троший Д.С.
- 290 Формування компонентної структури БПЛА для системного подання озброєння та його комплектовання
Федорович О.Є., Леценко Ю.О., Малєєв Л.В., Косенко В.В.

- 293 Вебдоступність у реалізації інформаційних систем управління проектами
Фонар Л.С.
- 296 Застосування інформаційних систем у процесі гібридного навчання
в українських закладах вищої освіти
Хрутьба В.О., Ковтун Т.А., Фіногенова І.О., Логоша А.Д.
- 300 Використання 3D-друку для покращення UI/UX
в інклюзивних технологіях
Черкасов Д.Ю., Кузнецова Ю.А.
- 305 Концепція стійкості інформаційної інфраструктури
в урбанізованому середовищі
Черкасова В.В., Новожилова М.В.
- 308 Нормалізація позиційних задач у теорії ігор
Чернов С.К., Титов С.Д., Чернова Лд.С.
- 312 Забезпечення стійкості системи управління ІТ-проектами
Чернова Лб.С., Журавель І.А., Майстер І.В.
- 317 Аналіз ІТ-продуктів за критерієм маркетингових засобів просування
Шайволодян Р.Ш., Михелєв І.Л.
- 321 Автоматизована система адаптації новачків на основі штучного інтелекту
Шахруханов О.М., Журан О.А.
- 326 Типологія неявних знань та механізми їх передачі
в командах проєктів морської галузі
Шерстюк О.І.
- 330 Застосування системного підходу до управління
зацікавленими сторонами в ІТ-проєктах
Шугайлов О.С., Журан О.А.

METHODS OF TRANSFERRING REAL ROBOTS INTO SIMULATION ENVIRONMENTS: CASE STUDY COPPELIASIM

This paper examined methods for transferring real robots information including geometric, kinematic, and dynamic properties into simulation environments using CoppeliaSim. The case study highlights the challenges in replicating real-world dynamics and achieving accurate simulations. These techniques enable cost-effective testing, optimisation, and safe deployment of robots in industrial applications. Simulation tools like CoppeliaSim support both educational and industrial advancements in robotics.

Modern industrial development is increasingly focused on integrating automated control systems, robotics, and artificial intelligence into production processes. This shift is driven by the demand for higher quality, precision, and efficiency, as well as the need to improve safety and reduce human error. These technological advancements also support the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) by promoting sustainable industrialization, clean energy, and safer workplaces [1].

A key part of this shift is the use of simulation environments, which allow engineers to build virtual models of robotic systems and control information about them before implementing them in the real world. This approach lets them test control algorithms, predict how a system will behave, and find potential issues without the cost and risk of physical experiments. Among these tools, CoppeliaSim (formerly V-REP) is widely used in research and education because of its flexibility, support for multiple programming languages, and compatibility with various types of robots. [2]. However, the process of transferring a robot from the physical to the virtual domain requires precise data collection and transformation, including geometric dimensions, kinematic constraints, dynamic properties, and sensor parameters.

Traditional approaches to robot development rely on physical prototyping, which is costly and time-consuming. Furthermore, inaccuracies in modelling can lead to unexpected failure when transitioning from simulation to real-world execution. Thus, the study of methods for transferring real robots into simulation environments is a relevant task for both educational and industrial purposes. It not only facilitates the training of specialists but also contributes to the optimisation of manufacturing

systems, the design of safe human-machine collaboration, and the achievement of sustainability goals through more efficient use of resources.

Table 1 provides a brief comparative overview of four common methods for transferring robots into simulation environments. Each method differs in the type of input data required and the level of accuracy achieved.

Table 1. Comparison of Methods for Transferring Robots into Simulation

Method	Advantage	Limitations	Example Use Case
CAD Import	High geometric accuracy	No dynamics / constraints included	Importing manipulator structure
URDF / SDF Import	Includes kinematics and joints	Geometry simplified	Industrial robots (UR5, KUKA)
Manual Modelling	Full flexibility	Very time-consuming	Educational robots, simple mechanisms
Hybrid (CAD + URDF)	Combines accuracy + constraints	Requires multiple data sources	Digital twin of an industrial manipulator

In the case study discussed [3, 4], the process of transferring a real-world robotic manipulator, the Universal Robots UR5, into a simulation environment involved several key stages, each aimed at ensuring the virtual model accurately represented the physical counterpart. This process began with gathering data from the physical manipulator, including its geometric dimensions, joint constraints, dynamic properties, and sensor configurations. The gathered data were processed and translated into the appropriate format for simulation in CoppeliaSim.

The first step in the transfer process is the comprehensive collection of data regarding the robot's geometry, joints, sensors, and dynamic properties. The geometry data is primarily derived from the CAD models of the robot, while the dynamic properties (such as mass, inertia, and friction coefficients) are typically obtained through empirical measurements or derived from the manufacturer's specifications [5].

Accurate geometric modelling is crucial to ensure that the virtual robot has a similar appearance and proportions to the real one. In the case of the UR5, the CAD model was imported directly into CoppeliaSim (Figure 1). However, certain simplifications were necessary due to the limitations of simulation software. Thus, some fine details, such as small structural components or internal parts, were

omitted to reduce computational complexity while maintaining functional integrity in the simulation.

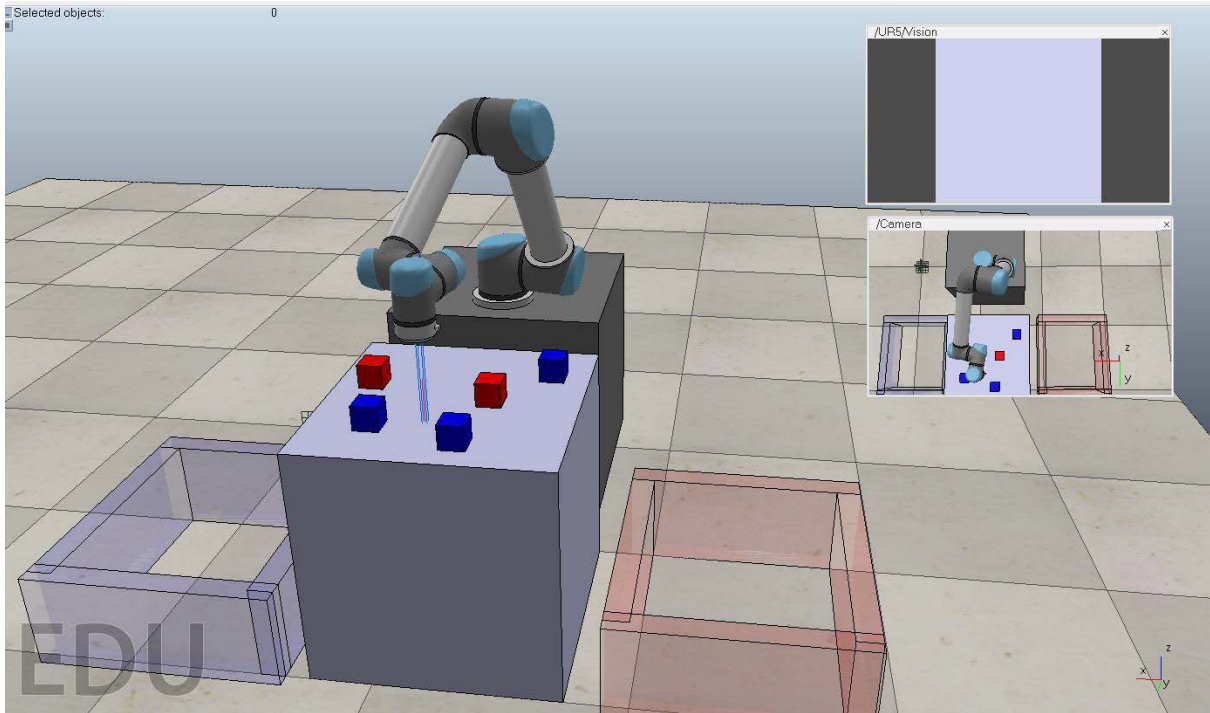


Fig. 1. UR5 in the CoppeliaSim software

The next step involved the creation of the robot's kinematic model. This included defining the joint types (revolute or prismatic) and their respective constraints, such as the range of motion and velocity limits. The kinematic model is essential for controlling the robot's movements in the simulation environment. Both forward and inverse kinematics were implemented to predict the robot's position and orientation based on joint angles and vice versa [4]. The forward kinematics equations describe the robot's end effector position given the joint angles, while inverse kinematics helps to determine the necessary joint angles to reach a specific position. For the UR5 manipulator, the inverse kinematics solution was particularly challenging due to its complex configuration, which requires careful consideration of the robot's workspace and joint limits.

A crucial part of the simulation was incorporating the UR5 manipulator's sensors, such as cameras, force sensors, and proximity detectors. Modeling these provided realistic feedback, which was essential for testing algorithms for sensor fusion, object detection, and collision avoidance. These are all fundamental to ensuring safety and precision in industrial settings.

Despite these advantages, creating accurate virtual models of real robots is difficult. A major issue is the complexity of transferring a physical robot's dynamic

properties to the simulation. Real-world robots are influenced by external factors like friction, joint wear, and changes in load distribution. Because these factors are hard to replicate, the simulated performance can differ from the real-world results.

To sum up, the process of transferring a real robot into a simulation environment is an essential step in modern robotics development. The use of simulation tools like CoppeliaSim allows for significant cost savings, enhances safety during testing, and provides a platform for optimisation before deploying robots in real-world applications. The case study with the UR5 manipulator illustrated the importance of accurate data collection, precise modelling, and effective control algorithms in achieving a reliable virtual model.

Despite the challenges involved in the advantages of using simulation environments are undeniable. These environments not only support the development of industrial robots but also allow for more advanced and safer applications of robotics in different areas.

References

1. United Nations. The 17 Sustainable Development Goals. United Nations, 2025, URL: sdgs.un.org/goals
2. CoppeliaSim. Robotics simulation platform. URL: https://www.mathworks.com/products/connections/product_detail/coppeliasim.html
3. Нєнова Д. В. Моделювання робота-маніпулятора у програмному забезпеченні CoppeliaSim. 29-й Міжнародний молодіжний форум «Радіoeлектроніка та молодь у ХХІ столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 2. – Харків: ХНУРЕ. 2025. – С. 8–10 с.
4. Nienova D. Inverse Kinematics in Robotics: Case of Pick-and-Place Manipulators. «Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2025 [Електронний ресурс]: збірник студентських наукових статей – Харків: ХНУРЕ, 2025. – Вип. 1. С. 111–115.
5. «Universal Robots UR5 | Tough, Flexible Collaborative Robot Arm». WiredWorkers, URL: www.wiredworkers.io/cobot/brands/universal-robots/ur5/

AI-DRIVEN INNOVATION IN PROJECT MANAGEMENT. A STRATEGIC IMPERATIVE FOR FUTURE SUCCESS

Artificial Intelligence (AI) is fundamentally reshaping the landscape of project management, transcending mere automation to drive profound innovation in decision-making, efficiency, and strategic outcomes. This transformation necessitates a proactive and ethically informed integration approach. This report explores the pervasive impact of AI across project lifecycles and methodologies, detailing its practical applications, tangible benefits, inherent challenges, ethical considerations, and the evolving role of project managers in an AI-augmented environment.

The rapid advancement of Artificial Intelligence has fundamentally revolutionised numerous industries, with Project Management (PM) being a prominent example. This transformation is driven by AI's enhanced functionality, including faster data analysis, increased storage capacity, and improved algorithms. Organisations are increasingly confronting heightened complexity in managing intricate tasks, diverse teams, and dynamic resources, making the strategic integration of AI tools not merely advantageous but often indispensable. AI has matured from a futuristic, theoretical concept to a practical, actionable asset within the project management domain, demonstrating its tangible utility in real-world scenarios [1]. The embrace of modern technology, particularly AI, is occurring with increasing boldness and a pronounced drive for innovation within PM practices.

Innovation in an AI-driven project management environment is characterised by the strategic leveraging of AI's advanced capabilities – specifically its prowess in data processing, predictive analytics, and automation – to facilitate faster, more accurate, and ultimately more strategic decision-making throughout the entire project lifecycle [2]. This integration inherently leads to substantial increases in operational efficiency, significant reductions in project risks, and a demonstrably higher success rate for the development and launch of new products and services.

Key facets of this AI-driven innovation include.

- **Streamlined Decision-Making.** AI algorithms possess the capacity to process and synthesise vast quantities of data at speeds far exceeding human capabilities, providing project and innovation managers with actionable information that enables rapid, informed decisions, thereby significantly reducing decision-making cycles from weeks to days. This shift allows for more objective, data-driven outcomes.

- Enhanced Predictive Analysis. AI's sophisticated predictive capabilities represent a transformative force, allowing for innovation through foresight. Utilising advanced machine learning models, AI can accurately forecast market trends, anticipate customer preferences, and identify potential risks associated with new products, enabling proactive strategic adjustments and improving success rates by better anticipating future demands and challenges.

- Improved Product Development Efficiency. Innovation is achieved by automating routine, repetitive tasks inherent in project and product development processes, such as data entry, analysis, and reporting. This automation not only accelerates the overall development timeline but crucially liberates human team members to concentrate on more strategic, creative, and complex tasks, leading to reduced time-to-market and increased throughput of successful innovations.

- Optimised Strategic Planning. AI algorithms are capable of analysing intricate market trends and complex consumer behaviours to provide critical information that informs and refines the strategic direction of product development, which is a fundamental aspect of innovation management.

- Revolutionised Idea Generation and Screening. AI can analyse extensive datasets of trends and patterns to proactively suggest novel product ideas or enhancements, and efficiently screen these ideas for feasibility against predefined criteria, thereby transforming the initial ideation phase into a more data-driven and efficient process.

- Expedited Concept Development and Streamlined Design/Testing. AI can simulate diverse market scenarios and consumer behaviours to significantly accelerate concept testing and refinement. Furthermore, advanced AI algorithms can predict potential design flaws and identify areas for improvement, streamlining the prototyping and testing phases.

- Deeper Market Analysis. AI-driven analytical tools can provide more profound and nuanced information on market dynamics, competitor strategies, and potential entry barriers, equipping project teams with a superior understanding of the competitive landscape.

The «Stages and Gates» process, often described as a cornerstone of innovation management, traditionally implies a structured, linear, and somewhat mechanistic approach to innovation [3]. However, the integration of AI is consistently presented as redefining, revolutionising, and marking a pivotal shift in these processes, leading to next-generation AI-powered innovation. AI's capabilities in real-time data analysis, predictive modelling, and dynamic adjustment fundamentally transcend merely making existing processes faster. Instead, they enable continuous feedback loops,

proactive adaptation, and iterative optimisation throughout the entire innovation lifecycle. This signifies a profound shift from a rigid, sequential innovation model to a more fluid, adaptive, and continuously optimising paradigm, where innovation is not a discrete outcome but an ongoing, dynamic process of refinement directly driven by AI-generated information.

This transformation extends beyond simply enabling innovation within project management tasks, such as better scheduling. The discussion of «innovation management powered by Artificial Intelligence» and the emergence of «next generation AI-powered innovation phases and gates processes» indicates that AI is fundamentally innovating *how innovation itself is managed and executed*. By automating and enhancing critical stages like ideation, concept testing, market analysis, and design, AI is transforming the very process of innovation [4]. This represents a meta-level innovation – an «innovation of innovation» – where AI optimises the mechanisms and frameworks used to create new products and services, making the entire innovation pipeline more efficient, predictable, and ultimately more successful.

AI fundamentally transforms project management by significantly improving efficiency, effectively reducing risks, and profoundly enhancing decision-making across the entire project lifecycle. This integration enables a critical paradigm shift from reactive management to proactive, foresight-driven leadership [5].

Planning (Resource Planning & Adaptive Scheduling)

Intelligent Resource Planning. AI redefines traditional resource planning by providing predictive information, automating allocation, and ensuring real-time adaptability. It accurately forecasts resource requirements by analysing historical data, current workloads, and anticipated project demands, thereby preventing over-allocation or underutilization and allowing for proactive planning for shortages or surpluses. AI also optimises task assignments by evaluating team members' skills, performance history, and workload, dynamically reallocating resources in real-time in response to changes.

Adaptive Scheduling. AI introduces a new era of adaptive scheduling by combining automation, precision, and real-time updates. It generates optimised schedules by analysing complex task dependencies, deadlines, and resource availability, significantly reducing manual errors and accelerating project initiation. Crucially, AI actively tracks project progress and dynamically adjusts schedules in real-time, ensuring continuous critical path management and adherence to timelines.

Execution

Seamless Execution. AI ensures that project execution is not only efficient but also resilient to disruptions and consistently aligned with strategic organisational goals.

Task Prioritisation. AI dynamically prioritises tasks based on evolving dependencies, critical deadlines, and real-time resource availability, ensuring that the most critical activities are completed on time.

Automation of Routine Tasks. AI automates a wide array of repetitive and administrative tasks, such as logging hours, updating statuses, and sending reminders, thereby significantly reducing administrative overhead. This automation liberates project managers to dedicate their valuable time and expertise to more strategic objectives and complex problem-solving.

Monitoring and Control

Real-Time Monitoring. AI-powered dashboards provide live, comprehensive updates on key project metrics, including task progress, resource utilisation, and budget adherence.

Predictive Outcomes. AI algorithms analyse extensive historical data to accurately predict project outcomes, identify emerging trends and patterns, and enable proactive adjustments to improve overall project performance. This includes the ability to detect potential delays even before they become apparent in traditional timelines.

Risk Management

Proactive Risk Management. AI transforms risk management from a reactive process into a proactive, strategic discipline. It identifies subtle patterns, anomalies, and correlations within vast project data, leading to a more nuanced and comprehensive understanding of potential risk factors.

Predictive Risk Modelling. AI leverages advanced machine learning to forecast potential challenges based on historical data and real-time project variables, enabling the development of robust and effective risk mitigation strategies.

Continuous Monitoring and Alerts. Automated AI systems continuously monitor project activities, detecting deviations from planned trajectories and triggering immediate alerts when potential risks emerge, ensuring swift response and minimising unforeseen impacts.

Scenario Analysis. AI-driven scenario analysis allows project managers to simulate various project outcomes under different conditions, aiding in the development of robust contingency plans tailored to specific risk scenarios.

Enhanced Decision-Making. AI's ability to process enormous volumes of data far more rapidly than humans provides project managers with actionable information, enabling faster, more informed, and objective decisions. This reduces subjectivity and leads to more data-driven outcomes.

Communication and Collaboration. AI tools, such as chatbots and virtual assistants, significantly facilitate communication and collaboration by providing real-time updates and handling routine inquiries. Natural Language Processing (NLP) capabilities enable AI to analyse verbal and written input, extract key information, and generate relevant replies, thereby streamlining communication flows. AI can also perform sentiment analysis on team communications, offering information on team morale and dynamics.

Let's look at the comparative Analysis of AI's Influence on Agile versus Traditional Methodologies. The integration of AI into project management methodologies presents distinct dynamics across different frameworks.

Impact on Agile Frameworks (Scrum and Kanban)

Agile methodologies, characterised by their emphasis on iterative development and flexibility, demonstrate a natural synergy with AI tools. They efficiently integrate AI for predictive analytics and automation, leveraging machine learning technology to enhance decision-making, risk management, and overall efficiency. Agile frameworks are particularly well-suited for AI adoption due to their inherent adaptive nature, which complements AI's dynamic capabilities. AI enhances decision-making through real-time data analysis, optimises workflows by automating repetitive tasks, mitigates risks through predictive analytics, and enables intelligent resource allocation and dynamic scheduling within Agile contexts.

Impact on Traditional Models (Waterfall)

Traditional project management methodologies, typically characterised by fixed, sequential work processes, generally present more inherent challenges to AI implementation compared to Agile. Despite these challenges, AI forecasting and risk assessment systems create significant opportunities to boost efficiency within traditional models, particularly in areas requiring extensive data analysis and prediction. Traditional project management approaches achieve notable enhancements by strategically applying AI to areas such as long-term strategic forecasting and targeted process improvements.

The research highlights a dichotomy. Agile frameworks naturally integrate AI due to their adaptive nature, while Traditional (Waterfall) methods, despite initial challenges, can also achieve significant enhancements through AI, especially in

strategic forecasting and process optimisation. This observation suggests that AI is not merely favouring one methodology over another but acts as a unifying technological force. It bridges the gap between these seemingly opposing paradigms by infusing data-driven information and automation into both. AI allows traditional approaches to gain a degree of agility and responsiveness typically associated with Agile, while potentially making Agile even more efficient and predictable. This implies AI is a methodologically agnostic enabler, pushing all project management approaches towards greater data-driven optimisation and hybrid models.

Overall, AI-driven project management tools have become indispensable across both Agile and traditional frameworks as organisations globally strive to improve project outcomes. Real-world implementations consistently showcase how organisations leverage machine learning algorithms, natural language processing, and intelligent automation to enhance overall efficiency. The research underscores AI's growing influence on decision-making, forecasting, and project execution, highlighting its profound potential to redefine the future trajectory of project management. Future projects are increasingly advised to consider adopting combined management systems that effectively unite systematic planning methods with AI capabilities to meet evolving adaptation needs.

The detailed breakdown of AI's pervasive impact across all core PM functions – planning (resource forecasting, adaptive scheduling), execution (task prioritisation, automation), monitoring (real-time dashboards, predictive outcomes), and risk management (proactive identification, automated mitigation) – reveals a comprehensive, integrated influence rather than isolated applications. AI is not just optimising individual project management functions; it is enabling a new, holistic paradigm of «Intelligent Project Lifecycle Management.» In this model, every stage of a project is interconnected, continuously informed, and dynamically optimised by AI, leading to a much more fluid, responsive, and self-correcting project ecosystem. This goes beyond simple «automation» to «intelligent automation» that learns, adapts, and proactively guides the project from conception to completion.

The integration of Artificial Intelligence represents a profound transformation, not merely an incremental improvement, in project management. AI is redefining innovation within this domain by enabling faster, more informed, and strategic decision-making, enhancing predictive capabilities, and significantly improving operational efficiency across the entire project lifecycle. This shift moves project management from a predominantly reactive function to a proactive, value-driven strategic imperative.

Reference

1. Tanim, S. (2025). AI driven strategic decision-making in it project management: Enhancing risk assessment, cost control, and efficiency. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.25.2.0366>
2. Füller, J., Hutter, K., Wahl, J., Bilgram, V., & Tekic, Z. (2022). How AI revolutionizes innovation management – Perceptions and implementation preferences of AI-based innovators. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121598>
3. Tekic, Z., & Füller, J. (2023). Managing innovation in the era of AI. *Technology in Society*. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102254>
4. Haefner, N., Wincent, J., Parida, V., & Gassmann, O. (2021). Artificial intelligence and innovation management: A review, framework, and research agenda☆. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120392>
5. Prasetyo, M., Peranginangin, R., Martinovic, N., Ichsan, M., & Wicaksono, H. (2025). Artificial intelligence in open innovation project management: A systematic literature review on technologies, applications, and integration requirements. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100445>

DATA SHAPING FOR IT PRODUCT STRATEGY ANALYSIS USING FUZZY COGNITIVE MODELING

For three aspects of strategic analysis of the implementation of the product strategy of an IT company (financial results, the level of customer focus of the product, sales and marketing efficiency), KPIs have been formed, and the influencing factors are presented in the article. These factors will be used for fuzzy cognitive modeling in the process of strategic analysis of the product strategy.

Strategic analysis tools are used to analyze the activities of an IT company and analyze its product strategies. Strategic analysis tools such as VRIO, PESTEL, HEART Framework, AARRR framework, etc. can be adapted to analyze the product strategies of an IT company [1]. But as a result of such use, a qualitative analysis of the strategy is obtained, which may include contradictory conclusions, fuzzy conclusions. Therefore, strategic analysis tools are most often used together with analytical methods and methods of managerial decision-making. For example, in the paper [1] it is proved the feasibility of implementing SWOT analysis using the analytical hierarchy process (AHP). Fuzzy modeling is an effective tool for improving traditional strategic analysis methods. For example, The Technique for Handling Ordinal and Ratio scales (THOR) is used to analyze complex situations, objects, and systems. For effective use of THOR, it is proposed to use fuzzy logic tools, which improves the quality of decision-making when working with complex situations and systems [2]. In the paper [3], it is proved that cognitive and fuzzy modeling is a powerful tool for strategic analysis of IT company activities. It is proposed to use the tool of fuzzy cognitive modeling for strategic analysis of IT company product strategy.

Therefore, it is necessary to solve the problem of choosing KPIs that show the results of the strategy implementation. Analysis of the values of these KPIs will allow you to make effective decisions to improve strategy in accordance with the goals of the IT company's development, for example, it can be an improvement in financial results, an increase in market share due to an increase in the number of product users, an improvement in the IT product quality, etc. Such KPIs can also be used for strategic analysis of an IT company's activities. [4]. But first of all, indicators should

characterize the results of product sales on the IT market, and not the results of the entire company's activities. [5].

The KPIs that must be used to analyze the implementation of the strategy in three aspects and the factors that affect the value of these KPIs have been formed.

1. The financial aspect of the implementation of the strategy, which is assessed according to the following KPIs:

- Average revenue per user (ARPU) and Monthly Recurring Revenue (MRR); Revenue for a certain period depends on the price and number of licenses sold for a product for a particular user, so it is necessary to assess the impact of the price factor and the number of subscribers on financial results;

- Customer Lifetime Value (CLTV or LTV) depends on the customer's retention period and the revenue they generate during that period;

- Earnings Before Income Tax and Amortization (EBITA) is calculated on a specific product for a certain period.

2. The level of customer focus of the product is assessed by the following KPIs:

- Customer retention rate (CRR) depends on the number of customers «retained» by the product, that is, the number of loyal customers to whom personal communications and loyalty programs were applied (you can consider the effectiveness of these programs);

- Churn Rate (CR) depends on the number of customers who were lost during a certain period, and lost (underreceived) income can also be taken into account;

- Conversion rate (CR) depends on the number of actions of product users that the user wants the user to take (for example, make a purchase, click on an ad, etc.);

- The Net Promoter Score® (NPS)® measures the number of loyal customers who recommend and the customers who are likely to recommend the product (promoters) compared to those customers who criticize it;

- Earned growth rate (EGR) depends on the number of customers who are involved in the product thanks to word of mouth;

- Customer Satisfaction Score (CSAT);

- Customer Effort Score (CES) depends on the level of ease users can perform certain actions when working with the product.

3. Sales and marketing team effectiveness:

- Daily Active Users (DAU) and Monthly Active Users (MAU);

- Contract Profitability (CP);

- Average Revenue Per Account (ARPA) depends on the total revenue generated from the sale of the product for a certain period and the number of users (customers of the IT company) who generated this income;

- Win Rate (WR) depends on successful contracts in a given period and all possible trades that were considered in that period;
- Average Deal Value (ADV);
- Inbound Qualified Lead Velocity (IQLV) depends on the number of identified potential leads in the future and existing for a certain period in certain market segments;
- Customer Acquisition Cost (CAC).

Factors influencing the formed KPIs are determined. As a result of the analysis of these factors, it was found that there is a group of factors that affect some KPIs in different ways.

It is proposed to first consider pairs of factors to simplify the analysis. Based on the selected factors, the main tasks that need to be solved to identify the relationship between pairs of factors and include them in the list of main factors influencing the effectiveness of the product strategy are formed.

1. Price and number of licenses sold: the task of establishing the degree of elasticity of their dependence on each type of client of an IT company.

2. Customer retention costs and the number of loyal customers: the task of identifying the correlation between these factors and the impact on the number of added customers due to the recommendations of loyal customers.

3. The number of desired user actions and the number of product improvements (or product improvement costs): the task of identifying the impact of each additional product feature affects the dynamics of the number of desired user actions.

4. Customer satisfaction and product improvement costs: the problem of estimating the elasticity of satisfaction from additional investment in the product.

5. Number of active users and costs of marketing activities: identifying the correlation between these factors.

6. Number of successful contracts and costs for selling a product: tasks for evaluating the current effectiveness of the sales team. Current performance shows results for a certain period, it is not taken into account that the efforts of the sales team can produce results in the future, so it is advisable to analyze such factors for several periods.

7. Customer retention period and customer revenue: the task of identifying the impact of the revenue received from a customer on the duration of its retention period.

Such tasks can be solved separately to make short-term decisions to improve certain KPIs. It is proposed to systematically consider the solution of these problems

within the framework of cognitive analysis to identify the influence of factors on the effectiveness of the strategy. Since some factors are measured in qualitative dimensions, for example, customer satisfaction, it is proposed to construct a fuzzy cognitive map to model the impact of changes in certain factors on the KPI value and assess the effectiveness of the product strategy.

Conclusion. Thus, the formed system of factors will be used to conduct fuzzy cognitive modeling, as a result of which significant factors influencing the effectiveness and risks of strategy implementation will be determined. And this is the basis for decision-making to improve the product strategy in accordance with the strategic goals of the company.

References

1. Grinchenko, M., Moskalenko, V. Information Technology for Strategic Analysis of IT Company Projects. CEUR Workshop Proceedings of the 4th International Workshop IT Project Management (ITPM 2023), Kyiv; Ukraine; 2023, Vol. 3453, P. 128–138. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85170571566&origin=resultslist>
2. Santos, N., Junior, C.D.S.R., Moreira, M.Â.L., dos Santos, M., Gomes, C.F S., de Araújo Costa, I.P. Strategy Analysis for project portfolio evaluation in a technology consulting company by the hybrid method THOR. *Procedia Computer Science*, 2022. Vol. 199. P. 134–141. DOI: 10.1016/j.procs.2022.01.017
3. Grinchenko M. A., Moskalenko V. Yu.. Cognitive Modeling for Strategic Analysis of the Competitive IT Company Status. *Bulletin of the National Technical University «KhPI»*. Series: Strategic management, portfolio, program and project management, 2024. Vol. 1(8). P. 17–25. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2024.8.3>
4. Grinchenko M., Moskalenko V., Grinchenko E. Formation of a system of strategic indicators of the activities of an IT company. *Proceedings of the International scientific and practical conference «Information systems in project and program management»*. 2024. Kharkiv: KhNURE, 2024. P. 74–76.
5. 20 Key Product Management Metrics and KPIs. <https://www.altexsoft.com/blog/15-key-product-management-metrics-and-kpis/>

**MODELS FOR MINIMIZING RISKS
IN A CONSTRUCTION PROJECT PORTFOLIO
IN INTERACTION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS**

The features of portfolio management are highlighted. The threats and risks that may accompany the implementation of AI elements in portfolio management of construction projects are identified. A set of models and methods within the framework of an approach that will combine the emotional intelligence of the portfolio management team and the artificial intelligence of the tools of the corresponding management system is proposed. The model of risk management of a portfolio of construction projects is presented.

Construction is emerging as an important industry for ensuring the sustainability of local and national economic systems. The development of construction will contribute to the development of related industries, the improvement of the labor market, and the revitalization of the economic development of communities and the country as a whole. Construction was one of the first civil industries to introduce project management and still remains one of the leaders in its application.

The understanding that one project does not solve development problems, and that development projects in general need to be implemented in parallel with construction projects, was formed more than two decades ago. Therefore, the construction industry can serve as a classic example of such a structuring of project-oriented activities, the highest level of which is the project portfolio [1], in contrast to the Japanese approach, where the activities of organizations are focused around achieving the mission, and the highest structural element of project activities is the program consisting of projects [2].

Portfolio management has some differences from project management [3]. Thus, among the domains of portfolio management there are both portfolio management and portfolio management, attention is paid to the relationship between the management of portfolio values and risks, the need for coordinated and joint management of these domains is emphasized. In addition, the main emphasis of portfolio management is portfolio balancing – effective allocation of resources between portfolio projects and timely management decisions regarding the portfolio structure – suspension of individual projects, or inclusion of new ones.

A separate challenge for managing construction project portfolios is the use of IT technologies, in particular artificial intelligence tools, models and methods. Let's identify threats and risks that may accompany the implementation of AI elements in construction project portfolio management.

1. Insufficient competence of specialists in IT departments of construction companies for the effective implementation of AI models.

2. Long-term training of AI models and neural networks to achieve the adequacy of such models to the tasks of managing a portfolio of construction projects.

3. Errors in the operation of AI models.

4. Imbalance between human management and management using AI models, which may arise as a result of the corresponding organizational and managerial transformation.

5. The need to implement a scientifically based project for the transition of construction companies to management using an AI-based decision support system.

6. The need to form a culture of using AI, trust in AI models and tools when implementing portfolio management with its help.

7. Transferring some of the functions to artificial intelligence, which would be implemented without human participation, can lead to a partial or complete loss of controllability of the construction organization.

8. The contradiction between the emotional intelligence of the project portfolio management team [4] (as well as the management teams of individual projects included in the portfolio) and artificial intelligence solutions.

In response to the above risks, threats and challenges, a set of models and methods is proposed within the framework of an approach that will combine the emotional intelligence of the portfolio management team and the artificial intelligence of the tools of the corresponding management system (Table 1). Among the proposed models: a corporate culture model, an AI training model, a model for building and maintaining trust in AI, a method for cooperation between the portfolio management team and AI, a method for ensuring the safety of using AI. The table also identifies which risks and challenges the model or method is aimed at minimizing, and what can be used in such models (methods).

Based on the results of research in the selected direction, a model of risk management for a portfolio of construction projects has been developed (Fig. 1). In the specified model, the portfolio risk management system, which as one of its components contains a risk management system (based on the proposed models and methods – see Table 1), carries out management based on the analysis of the following entities: 1) external influences, 2) artifacts, resources and assets of the

construction enterprise, 3) the «risk-value» ratio of the portfolio of construction projects. The results of the portfolio management system (target metrics) should be minimized risks, a balanced portfolio, harmonized relations between the emotional intelligence of the team and the artificial intelligence of portfolio management tools.

Table 1. AI risk mitigation models and methods in construction portfolio management

№	Model/method name	What risks and challenges are being minimized	What does the model (method) use
1	Corporate culture model	Insufficient competence of specialists, imbalance between management with the help of specialists and management with the help of AI models	Corporate culture institutionalization document templates
2	AI learning model	Errors in AI models	Using the competencies and best practices of industry professionals
3	The model for building and maintaining trust in AI	The need to create a culture of using AI	Psychological models, algorithms for implementing trust
4	The collaborative approach between the portfolio management team and AI	Contradictions between the EI team and AI solutions, the need to implement a project to transition construction companies into AI management	Tuning models and ergonomics of coexistence between team emotional intelligence and AI
5	The method for ensuring the safety of using AI	Transferring some functions to artificial intelligence, errors in the operation of AI models	Cybersecurity models

It is also worth noting that an important element of the proposed models is the emotional intelligence of the project portfolio management team. According to research, emotional intelligence (EQ) is a set of abilities that allow a project manager to be aware of and understand both their own emotions and the emotions of others. People with a high level of emotional intelligence are able to manage their emotional sphere, their behavior is more flexible, so they more easily achieve their goals through interaction with other people [5]. In this context, the prospects for research in the chosen direction can be defined as: the development of construction company-oriented models and methods for managing the ratio «emotional intelligence of the portfolio management team – artificial intelligence of management system tools»,

formalized models and methods for minimizing risks of construction project portfolios, implementation and refinement of the aforementioned models and methods based on the results of implementation. In general, the ability of construction project management systems to: minimize modern risks, balance the portfolio, maintain harmonized relations between the emotional intelligence of the team and artificial intelligence of portfolio management tools – is able to ensure the flexibility of project management systems of construction enterprises, improve their competitiveness, and have a positive impact on the development of communities and society in modern turbulent conditions.

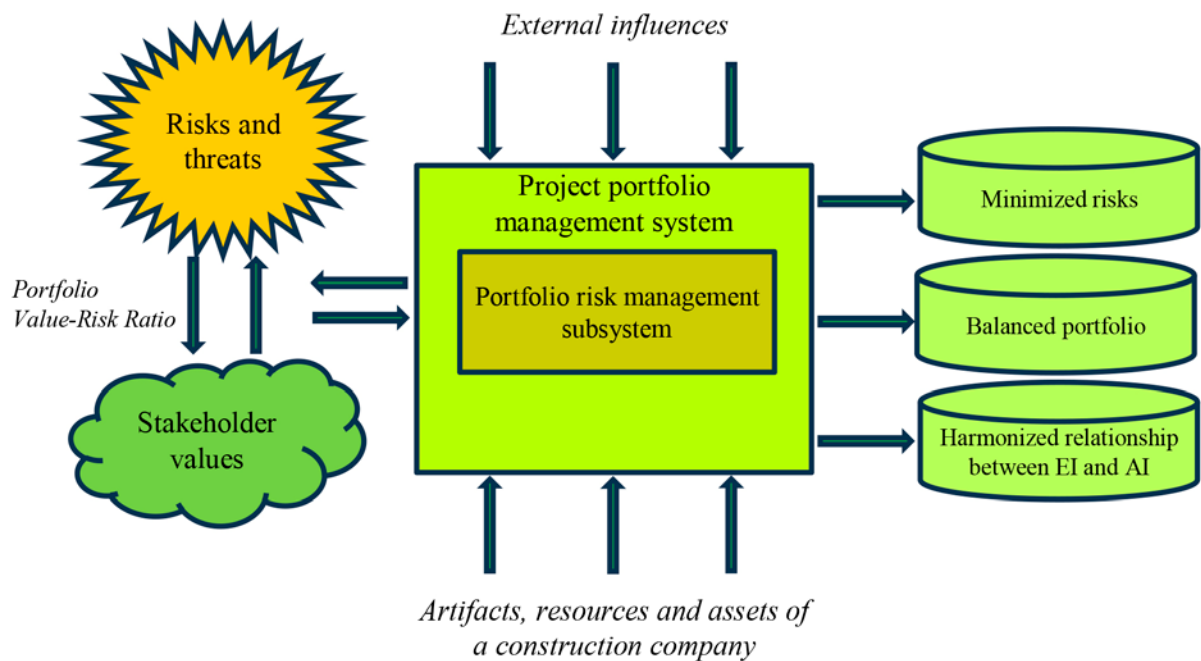


Fig. 1. Construction project portfolio risk management model

References

1. The Standard for Project Management and a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition. USA, *Project Management Institute*, 2021, 250 p.
2. P2M Bibelot (Overview of P2M Third Edition) / Japan. – *Project Management Association of Japan (PMAJ)*, 2017. – 20 p. URL: [https://www.pmaj.or.jp/ENG/p2m/p2m_guide/P2M_Bibelot\(All\)_R3.pdf](https://www.pmaj.or.jp/ENG/p2m/p2m_guide/P2M_Bibelot(All)_R3.pdf)
3. The Standard for Portfolio Management – Fourth Edition. USA, *PMI*, 2017, 190 p.
4. Rusan N., Voitenko O. Emotional-intellectual and cognitive factors of success in project management. *CEUR Workshop Proceedings*. – 2021, volume 2851. – pp. 85–94. – URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2851/paper8.pdf>
5. Arshava I.F. Nosenko E.L. Aspects of implicit diagnostics of human emotional stability: monograph. Dnipro: *DNU Publishing House*, 2008, 468 p.

DIAGNOSTICS OF THE TECHNOLOGICAL CUTTING PROCESS BASED ON NEURAL NETWORK MODELING

A diagnostic method for the cutting process is proposed, based on acoustic signal analysis and further processing with neuro-fuzzy networks. This approach enables real-time tool wear detection, reduces monitoring costs, and improves product quality. The expected outcome is developing an intelligent monitoring system integrated into the Industry 4.0 concept.

In modern mechanical engineering production, considerable attention is paid to increasing the efficiency and reliability of technological processes. One of the key problems directly affecting product quality and production costs is the timely detection of cutting tool wear. Premature loss of tool operability leads to a higher percentage of defective parts, increased equipment downtime, and rising production expenses. Traditional diagnostic methods based on visual inspection or force and temperature sensors have several significant limitations, including high equipment costs, complex integration into CNC machines, and limited accuracy in large-scale production.

A new approach to process diagnostics is proposed, based on registering acoustic signals and their subsequent processing using neural network modeling methods. The idea is that characteristic features of tool wear mechanisms are reflected in the spectral characteristics of noises that occur in the cutting zone [1]. Using microphones as primary sensors makes it possible to collect data at minimal cost and without interference in machine design. The recorded signals can be converted into digital form, filtered from noise, and used as input data for artificial neural networks.

As a basic architecture, it is advisable to consider neuro-fuzzy networks of the ANFIS type (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System), combining deep learning and fuzzy logic capabilities [2]. This approach allows for handling noisy data and uncertainty in signal characteristics and generating adaptive rules for predicting the degree of wear. Signal processing may include wavelet analysis, spectral decomposition, and statistical feature extraction (mean value, variance, mode, median, etc.), increasing the dataset's informativeness for model training.

The expected result of the proposed method is the creation of an intelligent monitoring system capable of detecting deviations from regular operation and predicting the residual life of the cutting tool in real time. This will allow timely adjustments to cutting modes, avoiding emergencies, and reducing the percentage of defects [3]. Another advantage is the possibility of integrating the developed model into CNC machine software, which opens up prospects for building digital twins of technological processes within the Industry 4.0 concept [4].

The proposed approach's scientific novelty lies in using acoustic signals as the primary source of diagnostic data, which minimizes equipment costs while ensuring high sensitivity to changes in the cutting process. Neuro-fuzzy networks for analyzing such signals provide the basis for adaptive models capable of functioning under different production conditions without complex reconfigurations [5].

The proposed methodology can find wide application in the mechanical engineering industry, combining simplicity of implementation with high automation potential. Its implementation will increase production competitiveness, optimize tool costs, and improve product quality. Promising directions for further research include expanding the range of analyzed signals, maximizing the architecture of neural networks, and creating a prototype software module for integration into industrial monitoring systems.

Reference

1. Li, X., Lim, B.S., Zhou, J.H., Huang, S., Phua, S.J., Shaw, K.C. & Er, M.J. (2009) «Fuzzy Neural Network Modelling for Tool Wear Estimation in Dry Milling Operation», *Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society*.
2. Li, Z., Liu, R., Wu, D., et al. (2019) «Data-driven smart manufacturing: Tool wear monitoring with audio signals and machine learning», *Journal of Manufacturing Processes*, 48, pp. 66–76.
3. Liu, M.K. (2019) «Tool wear monitoring and prediction based on sound signal», *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Springer.
4. Munaro, Roberto, Aldo Attanasio, and Antonio Del Prete. 2023. «Tool Wear Monitoring with Artificial Intelligence Methods: A Review» *Journal of Manufacturing and Materials Processing* 7, no. 4: 129. <https://doi.org/10.3390/jmmp7040129>.
5. Wang, Qun, Hengsheng Wang, Liwei Hou, and Shouhua Yi. 2021. «Overview of Tool Wear Monitoring Methods Based on Convolutional Neural Network» *Applied Sciences* 11, no. 24: 12041. <https://doi.org/10.3390/app112412041>

**RESOURCE MANAGEMENT MODELS
IN PROJECT AND PROGRAMME MANAGEMENT:
INTEGRATION OF INFORMATION SYSTEMS AND DEVOPS APPROACHES**

This thesis is devoted to the study of the integration of information systems and DevOps methodology in software management with an emphasis on resource management. It considers modern approaches to automating the processes of planning, controlling, and monitoring resources, as well as the role of information platforms in tracking team performance and optimising workload. Particular attention is paid to the use of artificial intelligence for forecasting resource needs, assessing risks, and supporting the development of employee competencies. A model of interaction between information systems and DevOps practices is presented, which allows to increase the efficiency of software management, reduce project implementation time and ensure the strategic adaptability of organisations. Practical cases demonstrate the advantages of using an integrated approach to increase team productivity and the quality of software products.

In today's environment of digital transformation, effective resource management is becoming one of the key factors for the successful implementation of projects and programmes. The growing complexity of tasks and the dynamics of the external environment require the use of innovative management models that ensure consistency between the organisation's strategy and project implementation practices. The integration of information systems and DevOps methodology opens up new opportunities for improving the transparency, speed and adaptability of processes in programme management. Current trends in project and programme management in the context of digitalisation require the effective use of information systems and the adaptation of innovative management methodologies. Programme management, which covers a set of interrelated projects, requires coordinated resource provision and the application of modern management models. One promising approach is the integration of DevOps methodology, which combines development and operation, ensuring continuous integration and delivery of results.

In today's environment of digital transformation, resource management in software management requires a combination of high-tech approaches and modern methodologies that ensure rapid adaptation to change, increased efficiency and transparency of management processes. One of the key approaches is the integration

of DevOps methodology with modern information systems, which allows you to combine development, operation, and resource management processes within a single integrated ecosystem. DevOps not only automates work processes but also fosters a culture of continuous improvement and collaboration between teams, which is critical for large software initiatives involving numerous teams and highly complex tasks. Information systems provide integrated programme management support, enabling progress monitoring, team coordination and effective resource planning. Resource management models are based on methods for forecasting workload, optimising costs and flexibly reallocating personnel and technical resources.

The DevOps methodology, in turn, helps to reduce the gap between the development and implementation stages by automating processes, responding quickly to changes, and reducing risks. Its integration into programme management allows for the creation of a unified environment for resource management, where information systems serve as a platform for data collection, analysis, and visualisation. Information systems are the basis for collecting, analysing and visualising data, which helps to optimise resource planning and control. They make sure different management levels are integrated, help with quick decision-making and reduce the risk of not using resources efficiently.

Resource management models in project and programme management are focused on:

- forecasting personnel, financial and technical resource requirements;
- balancing the workload between teams;
- improving the efficiency of time and cost utilisation.

The DevOps methodology, in turn, promotes the integration of development and operations, enabling continuous delivery of results and rapid response to change. The combination of DevOps with information systems creates a flexible programme management environment where resource models are adapted in real time. The combination of information systems, resource management models, and DevOps methodology creates the conditions for greater flexibility in programme management, increased team productivity, and sustainable organisational development. Information systems in resource management are a fundamental tool for the digitalisation of programme management. They provide centralised control over human, technical and financial resources, allow you to track task progress, conduct performance analytics and forecast team needs in real time. Modern platforms such as Jira Align, Microsoft Project Online, ServiceNow, Rally Software, ClickUp and others integrate resource planning, monitoring and control processes, providing managers with access to detailed information about team workload, technology infrastructure usage and project status. This makes it possible to

effectively plan team workloads, reduce the risk of overloading individual participants, and ensure a balance between the operational needs and strategic goals of the organisation.

The integration of artificial intelligence into resource management information systems requires special attention. AI allows you to predict the effectiveness of teams based on historical data, assess the likelihood of delays in task completion, automatically adjust plans, and optimise resource allocation. Machine learning algorithms are capable of analysing large data sets, identifying dependencies and interrelationships between teams, identifying bottlenecks, and offering managers options for task allocation with maximum effect. In terms of HR, this allows you to plan employee competency development, create individual training and career growth plans, and increase staff motivation and satisfaction, which is critical for IT teams working in a rapidly changing environment.

The integration of DevOps methodology with resource management information systems also involves the use of forecasting and planning models. In particular, models are used that combine task prioritisation by importance and impact, risk analysis, and assessment of dependencies between teams. Such models allow programme managers to respond quickly to changes in resources, redirect tasks between teams, and make effective use of available resources. This approach ensures process continuity, reduces the likelihood of bottlenecks, and optimises the execution of software projects within the established deadlines and budget.

Practical cases demonstrate the advantages of such an integrated approach. For example, international companies that have implemented DevOps in combination with Jira Align and AI analytics report reduced product delivery times, improved software quality, and fewer incidents in the production environment. In Ukraine, large IT companies are also successfully applying similar practices, optimising team performance, forecasting resource needs, and ensuring process transparency for management and customers. It is particularly important that DevOps, in combination with information systems, allows you to create an environment for continuous process improvement. Managers can receive real-time analytical reports, analyse team performance, evaluate resource utilisation efficiency, and make informed strategic decisions. In addition, AI integration allows you to automate repetitive management tasks, leaving managers more time for strategic decision-making and team development planning.

Thus, the integration of DevOps methodology and modern resource management information systems in programme management ensures increased efficiency, transparency and adaptability of organisations. It allows optimising the use of human, financial and technical resources, increasing team productivity,

reducing programme implementation times and supporting staff competence development. Further research could focus on improving resource demand forecasting models using AI, assessing the impact of digitalisation of management processes on programme efficiency, and developing standards for integrating DevOps and HR processes in large organisations. Integrating DevOps into programme management practices helps to improve resource utilisation and coordination among participants. Information systems, combined with modern resource management models, create a digital environment that ensures transparency, speed and quality of management processes. This opens up new opportunities for the development of programme management in the context of global competition and digital transformation. The integration of information systems and DevOps approaches into resource management models is shaping a new paradigm for project and programme management. This ensures greater efficiency, transparency and predictability of processes, which is critical for achieving the strategic goals of organisations in the digital age.

References

1. N. Kovalchuk, O. Zachko, O. Kovalchuk and D. Kobylkin, «Project Management of the Information System for the Selection of Project Teams», 2023 IEEE 12th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Dortmund, Germany, 2023, pp. 1054–1057, doi: 10.1109/IDAACS58523.2023.10348656
2. Agres, O., Sodoma, R., Ilchyshyn, I., Kovalchuk, O., & Shmatkovska, T. (2025). Regional development project management: financial aspect. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(4(83)), 87–92. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.330027>
3. Kovalchuk Oleh, Kobylkin Dmytro and Zachko Oleh: Graphodynamic modeling for a multi-agent support system for personnel decision-making in the field of human safety. *Proceedings of the 4th International Workshop IT Project Management (ITPM 2023)*. Warsaw 2023. P. 149–159
4. Kovalchuk Oleh, Kobylkin Dmytro and Zachko Oleh: Digitalization of HR-management processes of project-oriented organizations in the field of safety. *ITPM 2022*. P. 183–195
5. Kovalchuk Oleh, Zachko Oleh, Kobylkin Dmytro and Hiroshi Tanaka: IT development of HR system in the field of human safety. *ITPM 2021*. P. 314–323.

**FORMULATION OF A CONCEPTUAL MODEL
OF INFORMATION TECHNOLOGY
FOR INTELLIGENT PATIENT DATA ANALYSIS**

The paper presents a conceptual model of an information technology system for automated processing of laboratory test results from both internal and external sources. The model includes data format unification, intelligent data analysis, and result visualization. The use of data mining methods helps detect abnormalities and supports better medical decision-making. The solution aims to reduce errors and accelerate diagnostics in healthcare centers.

Nowadays, medical centers offer a wide range of services, among which laboratory testing holds a significant position. The results of such tests are crucial for making diagnoses, determining treatment strategies, and planning preventive measures. However, not all healthcare institutions can perform the full range of necessary tests within their own laboratories. As a result, external laboratory results are often used, which may vary in format, data structure, and the naming of indicators.

This creates significant challenges for medical professionals: manual data entry is time-consuming, increases the risk of errors, and complicates timely diagnostics [1]. At the same time, the prompt interpretation of results and assessment of indicator dynamics are critically important for effective medical care [2].

In this context, the development of an information technology solution that enables the automated unification and processing of laboratory test results from both internal and external sources becomes highly relevant. The use of intelligent data analysis methods will enhance the accuracy of initial interpretation, streamline physicians' workflows, and contribute to improving the overall quality of healthcare services.

Therefore, the aim of this work is to develop a conceptual model of an information technology system that automates the collection, unification, processing, and preliminary analysis of patient laboratory test results (from both internal and external laboratories) using intelligent data analysis methods. Such a technology will help reduce the risk of errors, shorten data processing time, monitor indicator dynamics, and improve the quality of medical decision-making.

Based on this objective, the following research tasks can be formulated:

- analyse the structure of laboratory test characteristics results obtained from various sources (internal and external laboratories);
- define the requirements for unifying medical indicators into a format suitable for automated processing;
- justify the applicability of intelligent data analysis methods for the preliminary interpretation of results;
- develop a conceptual model of an information technology system for the integration, processing, and analysis of medical data;
- identify the system components, their functions, and interrelationships within the framework of the conceptual model.

Table 1. Structure of the Conceptual Model (Key Components)

Component	Description
Laboratory Data Repository	A unified storage system for test results from internal and external sources
Integration Module	Tools for importing data in various formats (CSV, PDF, HL7, etc.)
Semantic Unification	Mapping of different names referring to the same medical indicators
Data Analyzer	Intelligent data analysis (IDA) algorithms (clustering, anomalies, trends) for preliminary evaluation [3]
Visualization Module	Generation of dynamic charts, deviation indicators, and physician recommendations
User Interface	Dashboard for physicians/lab technicians to view, edit, and interpret results

At the first stage, data is received from external or internal laboratories in various formats: electronic or scanned. Their initial processing is performed by the integration module, which carries out validation, preliminary structuring, and conversion of the results into an internal format suitable for further semantic unification. The next key element of the system is the semantic unification module, which ensures the consistency of laboratory indicator names.

Standardized results are stored in a centralized laboratory data repository, which enables tracking the history of indicator changes, constructing time series, and provides a foundation for analytical processing. The intelligent data analysis module employs methods of classification, anomaly detection, trend construction, and forecasting for the preliminary interpretation of results. This allows for identifying

deviations from the norm, assessing disease dynamics, and providing the physician with well-founded analytical insights.

The processing results are displayed through the visualization module, which generates clear charts, tables, and indicators adapted to the needs of medical personnel. The final component is the user interface, through which the physician gains access to the unified test results, their dynamics, system-generated conclusions, and can interact with the data.

The developed conceptual model of the information technology provides for the construction of an integrated architecture that enables automated processing of laboratory test results obtained from both internal and external laboratories. The primary challenge addressed by the model is the structural and semantic heterogeneity of medical data, as well as the need to reduce processing time and minimize errors. The proposed model defines a set of functional components that interact within a unified information environment.

Thus, the conceptual model serves as the foundation for the further implementation of an information technology system capable of integrating disparate sources of laboratory information and enabling its effective intelligent analysis within a medical center.

References

1. Narsale S., Choramale V., Kadam P., Mishra A. The Scrutiny of Hospital Information System. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET). 2023. Vol. 11, Issue V. DOI: 10.58491/2735-4202.3057
2. Hashem E., Shalaby M., Mabrouk M., Marzouk S. Integrative software design for Hospital Information Systems. Mansoura Engineering Journal. 2023. Vol. 48, Iss. 4. DOI: 10.58491/2735-4202.3057
3. Goldbloom A., Banachewicz K., Massaron L. The Kaggle Book: Data analysis and machine learning for competitive data science. 1st ed. Packt Publishing, 2022. 534 p.

PATTERN-BASED FRAMEWORK FOR MANAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INNOVATION IN SCALED AGILE ENVIRONMENTS

This paper addresses the systemic challenges of integrating Artificial Intelligence (AI) into products within scaled Agile environments. It proposes a pattern-based organizational framework to manage the high uncertainty and complexity of AI projects. The framework introduces a dual-track system, utilizing a specialized best practices (patterns) AI Leading Team for discovery and Feature Teams for delivery, alongside a new AI Product Owner role. This process model offers a structured, de-risked approach on artificial intelligence (AI) in team management to managing innovation, ensuring development flow is maintained.

1. Introduction

The integration of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) capabilities represents a paradigm shift in software development and project management. While project management has been optimized for a delivery of well-understood features, they are often ill-equipped to handle the systemic challenges posed by AI innovation. Organizations operating with multiple teams frequently encounter significant hurdles, including:

- High uncertainty regarding the business value and technical feasibility of AI initiatives.
- A lack of concentrated AI expertise, with knowledge sparsely distributed across teams.
- Architectural and ethical complexity that traditional development does not account for.
- An inherent need for experimentation that can disrupt the velocity and flow of established feature teams.

These challenges indicate that a simple extension of existing project management practices is insufficient. A new model is required – one that embraces experimentation while protecting the predictable delivery of value. This paper proposes a practical framework for structuring teams and processes to manage AI-driven projects effectively in complex environment within a scaled Agile context. The objective is to present a process model that de-risks innovation,

clarifies roles and responsibilities, and provides a scalable pathway from initial idea to full implementation.

2. Approach: a framework based on Agile patterns and organizational design

The approach employed in this paper is rooted in established Agile principles and organizational design patterns. It addresses the challenges of AI project management by restructuring not the ceremonies of Agile frameworks, but the very composition and interaction of the teams involved. The core of this framework is a dual-track approach that separates the function of discovery from the function of delivery.

This model synthesizes foundational research on team performance with proven Scrum patterns to create a new process flow for AI innovation. The primary components of this framework are:

1. Optimal Team Sizing: Adherence to research-backed principles on team size to maximize communication and effectiveness.
2. Structural Differentiation: The creation of two distinct team types – an AI Leading Team and AI-Enabled Feature Teams - each with a specialized mission.
3. Role Specialization: The introduction of the AI Product Owner role to manage the unique demands of the AI/ML lifecycle.
4. Process Modeling: The definition of clear interaction protocols, handoff mechanisms, and responsibilities to ensure seamless collaboration between the specialized teams.

This approach transforms the management of AI from an ad-hoc, high-risk activity into a disciplined and repeatable process.

3. A dual-track framework for AI project management

3.1. Foundational Principle: Optimal Team Sizing

Effective project management begins with effective teams. Research and practitioner consensus overwhelmingly support small team sizes. The Scrum Guide recommends a range of 3–9 developers, as teams larger than this face excessive coordination overhead, while smaller teams often suffer from skill gaps. For the complex and collaborative work required in AI, the optimal size is often reported as 5–7 members to maintain high-quality communication. Furthermore, research shows that smaller teams augmented with AI tools can match or exceed the performance of larger, conventional teams, suggesting a strategy of keeping teams lean and augmenting them with technology rather than personnel.

3.2. Core Structural Components: The Explorer and The Builder Teams

The central thesis of this framework is that no single team can efficiently manage both uncertain exploration and predictable delivery. Therefore, we model two distinct team types:

- The AI Leading Team (The Explorer): A specialized, cross-functional Scrum team established to explore, validate, and de-risk AI-driven opportunities. Its focus is on discovery and learning, and its primary output is knowledge, validated prototypes, and clear recommendations, not production-ready code. This team operates on a short-term, hypothesis-driven backlog, tackling work that is new, high-risk, or technically unvalidated.
- The AI-Enabled Feature Team (The Builder): A traditional, long-term Scrum team focused on the delivery and scaling of well-defined features into the product. This team consumes the validated concepts and reusable components prepared by the AI Leading Team, integrating them into the production environment. Their backlog is prioritized by business value, and their success is measured by deployed features and user feedback.

This separation of concerns allows the organization to innovate safely by containing the risks of experimentation within the Leading Team, freeing the Feature Teams to do what they do best: deliver value predictably.

3.3. A New Role for a New Paradigm: The AI Product Owner

The unique nature of AI projects necessitates a specialized leadership role: the AI Product Owner (AI PO). This is an extension of the traditional PO role, tailored to the unique challenges of the machine learning lifecycle. While a traditional PO focuses on well-defined features, an AI PO navigates high uncertainty, manages probabilistic outcomes, and champions data as a core product component. You need an AI PO when a product integrates ML-driven features, requires significant experimentation, or operates in a regulated domain. Organizations can develop this capability internally by creating a structured development roadmap for existing Product Owners.

4. A modeling the process flow and interactions

For this dual-team structure to function, clear process models and interaction protocols are required to prevent the AI Leading Team from becoming a knowledge silo or a bottleneck. Effective collaboration is achieved through a combination of Agile practices and Scrum patterns like Dual-Track Scrum, Enabling Specifications, Scrum of Scrums, and knowledge transfer practices like Swarming. To formalize

interactions, a RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) matrix is an invaluable process modeling tool.

5. Conclusion

The adoption of AI presents both a significant opportunity and a profound challenge to established project management approaches. The framework presented in this paper offers a structured and disciplined approach for scaled Agile organizations to manage innovative AI projects. By grounding the model in the foundational principle of optimal team size, differentiating teams by their core function, and introducing the specialized AI Product Owner role, this framework directly addresses the primary challenges of uncertainty, complexity, and risk. However, its success depends on strong leadership, a commitment to cultural change, and a realistic understanding of its limitations. This framework allows for a continuous flow of innovation, enabling organizations to build a sustainable and responsible capability for AI-driven development.

References

1. Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide*. Retrieved from Scrum.org.
2. The Scrum Patterns Community. (2019). *A Scrum Book: The Spirit of the Game*. Retrieved from ScrumPLoP.org.
3. Skelton, M., & Pais, M. (2019). *Team Topologies: Organizing Business and Technology Teams for Fast Flow*. IT Revolution Press.
4. Patel, L. (2020). *Lean AI: How to Build Machine Learning-Powered Products That Customers Love*. O'Reilly Media.
5. Klug, M., & Bagrow, J. P. (2016). «Understanding the group dynamics of online collaboration through successful and failed projects.»:*1602.04481*

DEVELOPMENT OF MULTI-PROJECT RESOURCE MANAGEMENT MONITORING SYSTEMS

Implementation of human resource management monitoring systems will improve the quality of resource provision in a multi-project environment by timely response to changes in resource requirements and resource feasibility of projects. Conducting analysis and assessment of deviations in resource provision of projects with subsequent response at the multi-project level will reduce the project risks.

The use of resource provision monitoring systems in implementing processes in a multi-project environment depends on the type of resource. Advanced financial monitoring systems allow us to track the use of financial resources, systems for controlling and monitoring the use of material and technical resources ensure timely resource provision, taking into account availability in the warehouse, planned deliveries, etc. However, controlling and monitoring the use of human resources in a multi-project environment remains an issue that needs to be resolved.

In the presence of a project management office, the issue of planning, provision and further management of human resources in projects of a multi-project environment is solved by integrating project management systems and personnel management systems, which are used in the organization and the functioning of which is ensured by the HR department. In this case, there is a possibility of obtaining operational information on the resource provision of project and program elements, which will be taken into account when managing the resource pool of the multi-project environment.

In the absence of elements of centralized project management in an organization (which is typical for non-project-oriented organizations), issues arise regarding the subordination of project resources, coordination of resource allocation taking into account constraints, and obtaining reliable, relevant operational information regarding resource requirements and available resource provision.

In order to reduce the negative impact of uncoordinated resource provision and ensure control over the distribution of human resources, it is proposed to develop a monitoring system for resource management in a multi-project environment.

Identification of resources in a multi-project environment with subsequent determination of types of resource deviations and their classification allows for more effective resource management in conditions of instability and structural uncertainty.

Classification of resource deviations in projects:

- time deviations (deviations in the timing of work in projects of a multi-project environment);
- cost deviations (deviations in the cost of resources and, as a consequence, the cost of the project);
- functional deviations (non-functional use of resources, use of resources for other purposes, use of resources without taking into account competencies);
- qualitative deviations (resource does not meet standards and norms, resource does not meet requirements).

The proposed system combines elements of the mastered volume methodology, resource compliance metrics, resource interaction coefficient, and stakeholder-oriented resource management metrics. As a result of monitoring the fulfillment of resource requirements, a resource requirements management plan is formed, which will allow to manage changes in resource requirements and ensure stakeholder-oriented resource requirements management.

Monitoring of project resources in a multi-project environment involves qualitative and quantitative analysis of deviations from planned indicators. As a result of the analysis of deviations (zero, critical, non-critical, permissible), scenarios are selected: redistribution of resources, changes in work deadlines, application of donor-acceptor interaction, completion of the project in case of impossibility of providing resources [1]. The results of the deviation analysis should be used in post-project analysis to reduce systemic and legacy risks in a multi-project environment.

*The study was funded by the Ministry of Education and Science of Ukraine in the framework of the research project 0125U001544 on the topic «Methodology for ensuring the processes of monitoring and controlling the implementation of project and program portfolios for project offices in the context of Ukraine's reconstruction».

Reference

1. Dotsenko, N., Chumachenko, I., Galkin, A., Kuchuk, H., Chumachenko, D. (2023) Modeling the Transformation of Configuration Management Processes in a Multi-Project Environment. *Sustainability*, №15(19), 14308. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151914308>.

Popova O.

Astar. Marketing, USA

AI TOOLS VS. TRADITIONAL SEARCH: TRANSFORMATION OF INFORMATION SYSTEMS IN PROJECT AND PROGRAM MANAGEMENT

Artificial Intelligence (AI) tools such as ChatGPT, Copilot, and Gemini are changing how people access information. This paper analyzes the growth of AI tools compared with traditional search engines in the USA from 2023 to 2025. The findings show a rapid increase in AI adoption: from 8% of monthly users in 2023 to 38% in 2025. Meanwhile, traditional search engines remain stable at 95–96% usage. These shifts influence information systems and decision-making in marketing and project management. The paper highlights how innovative technologies reshape strategies for the future.

Introduction

Artificial Intelligence (AI) has quickly moved from a futuristic idea to a practical reality. Today it is transforming not only marketing but also the way projects and programs are managed. One of the clearest indicators of this transformation is how people search for and process information. For years, traditional search engines like Google and Bing dominated. But since 2023, AI platforms such as ChatGPT, Claude, Copilot, Gemini, Perplexity, and DeepSeek have entered everyday use.

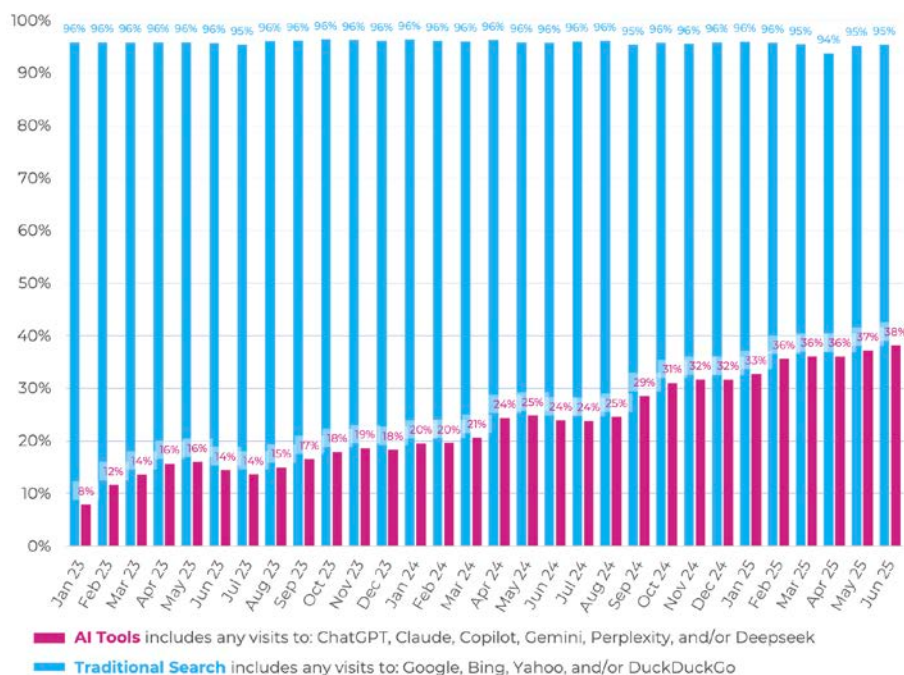
AI Growth vs. Traditional Search

In just two years, AI tools jumped from niche use to mass adoption: only 8% of Americans used them monthly in 2023, but by 2025 this number had exploded to 38%. At the same time, traditional search remained stable at around 95–96% of users. This contrast highlights a new balance between established systems and innovative tools (see Fig. 1).

The number of heavy AI users (10+ visits per month) also grew dramatically – from just 3% in 2023 to 21% in 2025. In comparison, heavy users of traditional search engines stayed nearly unchanged, at about 85–88% (see Fig. 2).

Traditional Search vs. AI Tool Visits in the USA 2023-2025

(Percent of desktop devices with >1 visit/month to any of the included properties)



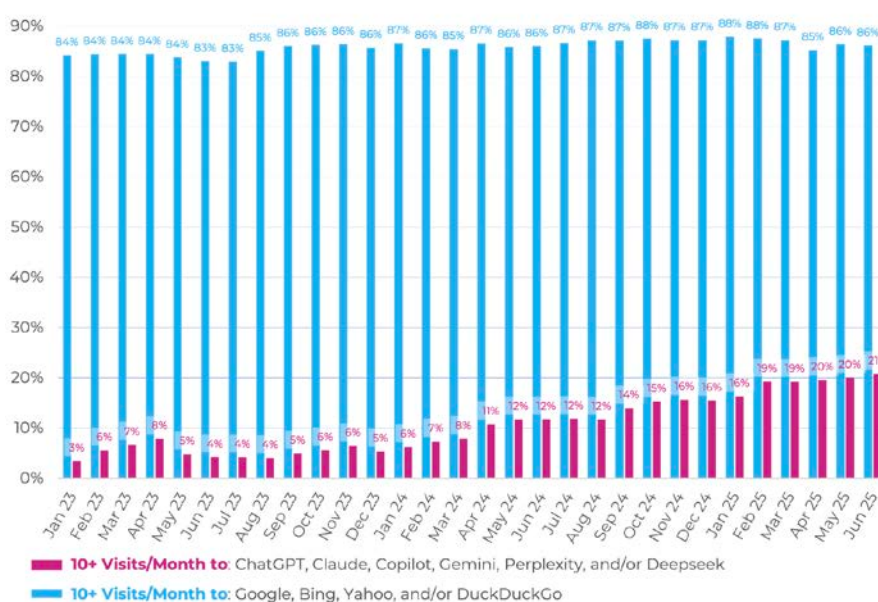
Source: multi-million device clickstream panel provided by **Datos**
A Sennoco Company

Assembled & analyzed by **SparkToro**

Fig. 1. AI Tools vs Traditional Search (2023–2025)

What Percent of Americans are Heavy Users of Traditional Search vs. AI Tools 2023-2025

(Percent of US desktop devices with 10+ visits/month to any of the included properties)



Source: multi-million device clickstream panel provided by **Datos**
A Sennoco Company

Assembled & analyzed by **SparkToro**

Fig. 2. Heavy Users: AI vs Search (2023–2025)

Search Volume Trends

Traditional search volume has also started to fluctuate. Between May 2024 and April 2025, activity dropped as low as 93% of the baseline and rose as high as 111%. This volatility shows how user attention is being shared between search engines and AI platforms (see Fig. 3).

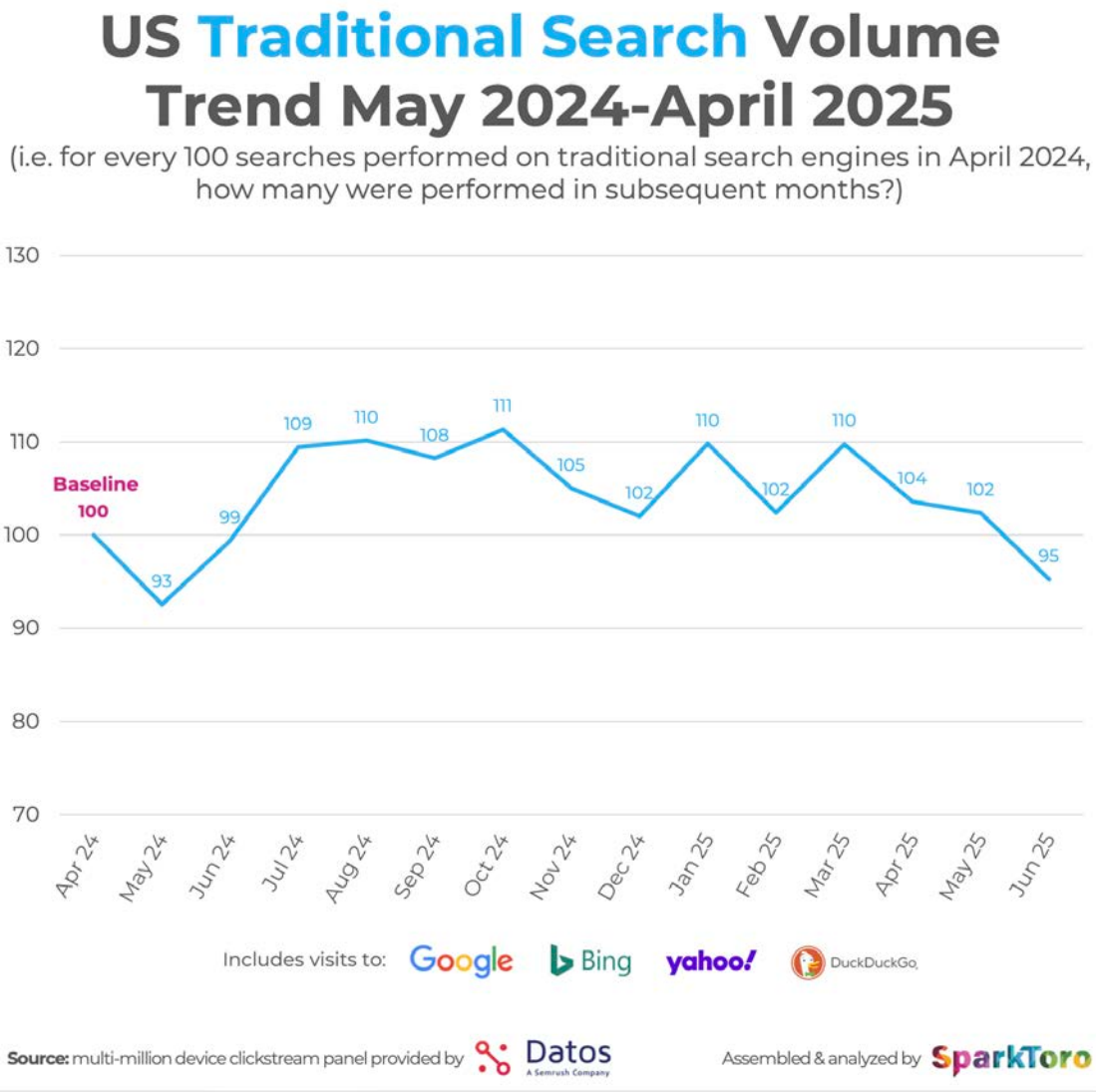


Fig. 3. US Traditional Search Volume Trend (2024–2025)

Impact on Information Systems

These shifts reveal a hybrid model of information use. Traditional search is still the go-to for quick facts and navigation. AI platforms, however, are now preferred for deeper analysis, summaries, and creative tasks. For businesses and project teams, this means designing information systems that can integrate both worlds.

Applications in Marketing and Project Management

For marketing, the rise of AI means SEO strategies must expand beyond Google. Content should be created not just for human readers but also for AI systems that will summarize and recommend it. Ad strategies are evolving to include AI-driven recommendations and conversational interfaces.

For project management, AI helps leaders process large volumes of data, generate insights, and communicate with stakeholders. This reduces time spent on routine tasks and increases focus on leadership and decision-making.

Ethical and Strategic Challenges

Still, AI adoption brings new challenges:

- Transparency: users may not understand how AI arrives at its answers.
- Bias: if training data is flawed, AI can reproduce these biases.
- Privacy: project and customer data must remain protected.

Project and program managers must therefore treat AI as a partner, not a replacement.

Future Outlook

Looking ahead, experts predict AI will handle up to 80% of project management tasks by 2030, such as monitoring and reporting (Harvard Business Review, 2023). At the same time, MIT Sloan research notes that 95% of companies investing in AI have yet to see financial returns, often due to poor integration. This shows the need for adaptive systems where AI and human expertise work hand in hand.

Conclusion

The rise of AI tools compared to traditional search engines is more than a change in user preference. It signals a deeper transformation in how information systems support marketing and project management. For organizations, the key lesson is that innovation is no longer optional. Success depends on embracing AI as an integral part of future strategies.

Appendix

Growth Rate of Americans Visiting **AI Tools 1X+/Month 2023-2025**

(Growth rate vs. previous month of desktop device visits)

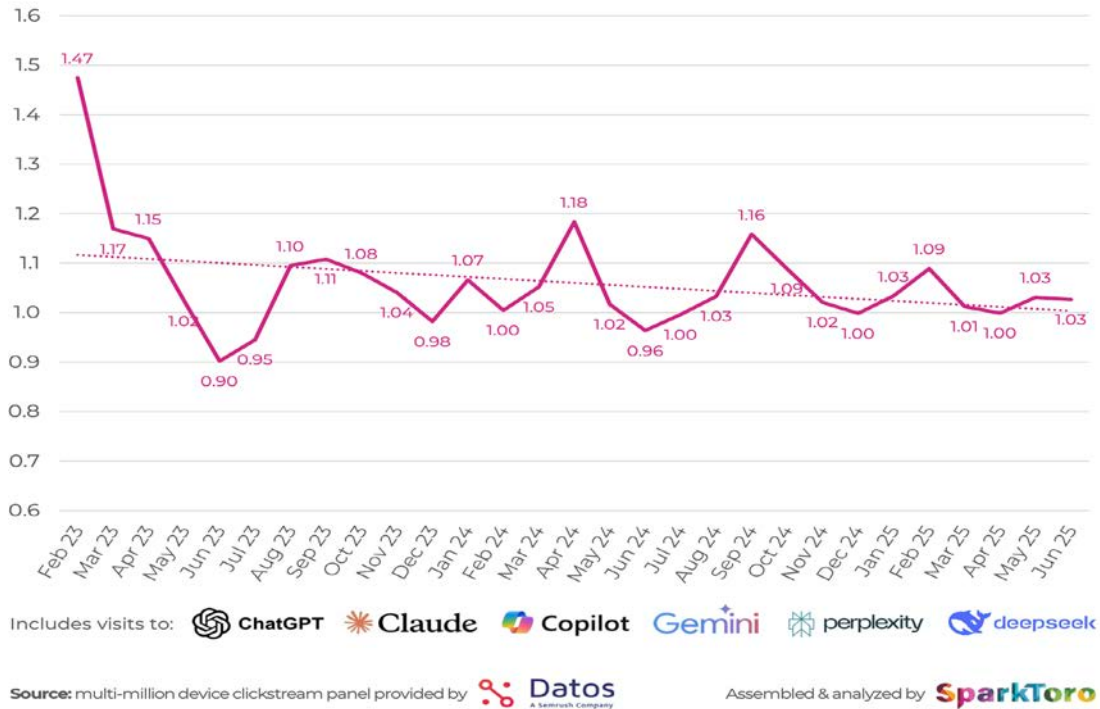


Fig. A1. Growth Rate of AI Tool Visits (2023–2025)

Distribution of Visits to **Traditional Search Engines** from US Desktop Devices 2023-2025

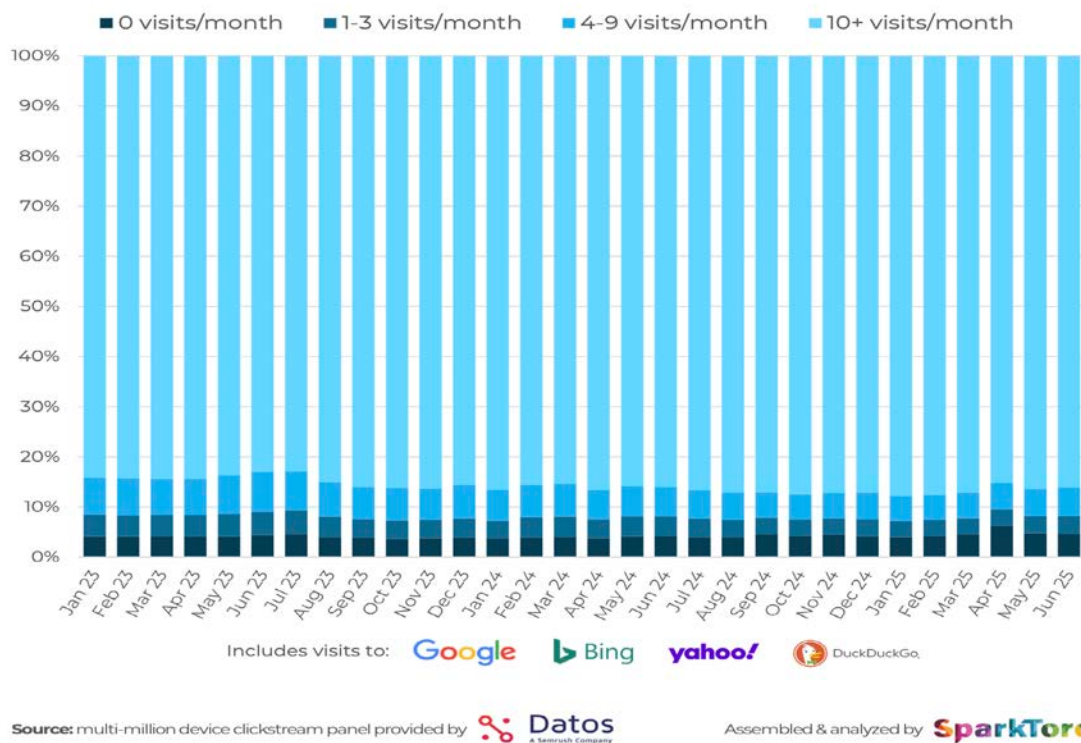


Fig. A2. Distribution of Visits to Traditional Search (2023–2025)

Distribution of Visits to AI Tools from US Desktop Devices 2023-2025

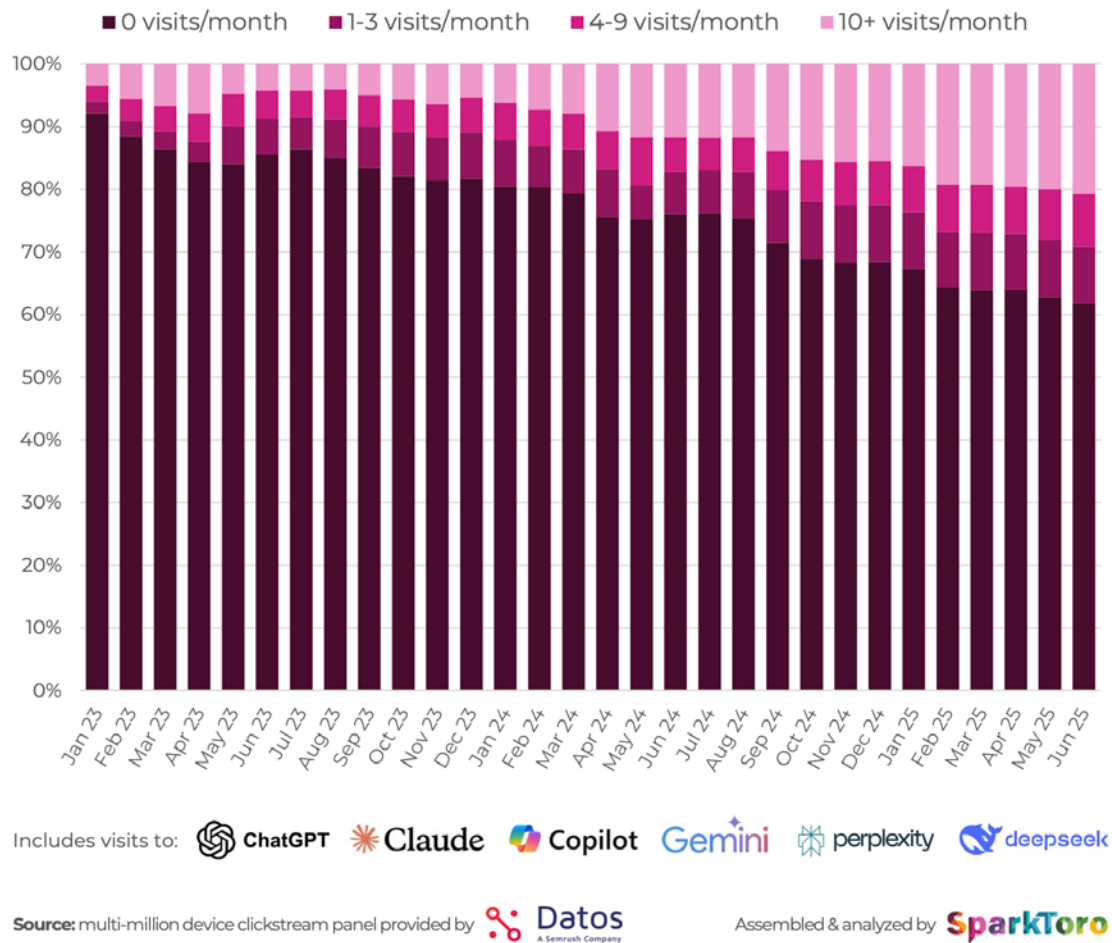


Fig. A3. Distribution of Visits to AI Tools (2023–2025)

References

1. Assembled & analyzed data. (2023–2025). Multi-million device clickstream panel, USA: Growth of AI Tools vs. Traditional Search Engines. Internal dataset (conference report).
2. Nieto-Rodriguez, A., & Viana Vargas, R. (2023, February 2). How AI Will Transform Project Management. Harvard Business Review. Retrieved from <https://hbr.org/2023/02/how-ai-will-transform-project-management>
3. McKinsey & Company. (2023). The State of AI in 2023: Generative AI's Breakout Year. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>

4. MIT Sloan Management Review. (2023). Why AI Companies Struggle Financially. Retrieved from <https://sloanreview.mit.edu/article/why-some-ai-companies-struggle-financially>
5. WIRED. (2024, May 14). The End of Google Search Is Coming. Retrieved from <https://www.wired.com/story/google-io-end-of-google-search/>
6. Grand View Research. (2024). Artificial Intelligence in Marketing Market Size, Share & Trends Analysis Report, 2024–2030. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-marketing-market-report>
7. Project Management Institute (PMI). (2023, October). Shaping the Future of Project Management With AI. Retrieved from <https://www.pmi.org/learning/thought-leadership/shaping-the-future-of-project-management-with-ai>

DIGITALIZATION AND ENERGY EFFICIENCY PROJECTS: RISKS AND OPPORTUNITIES

The study identifies key risks inherent in the implementation of digital projects in the field of energy efficiency, including financial, technical, organizational, and regulatory aspects. At the same time, it substantiates the strategic potential of digitalization as an integrative tool for enhancing project management efficiency in the energy sector and for the gradual adaptation of enterprises to the requirements of international green energy standards and climate initiatives.

Contemporary conditions of global warming, energy instability and increasing regulatory pressure on enterprises require addressing energy efficiency, reducing the carbon footprint and transitioning to sustainable models of energy consumption. In this context, digitalization and the implementation of energy efficient projects become particularly relevant.

The advantages of introducing digital technologies into energy management as the foundation for building systemic energy efficiency were analysed in detail in the previous study [1]. In this paper we focus on the risks of digital projects aimed at energy efficiency.

Digital technologies redefine the approach to energy consumption management through accurate monitoring, rapid analytics and process automation. The deployment of energy monitoring systems makes it possible to track energy consumption at the level of facilities, workshops and equipment, revealing losses and inefficiencies. Automated control enables dynamic regulation of consumption depending on load or external conditions. The ability of digital systems to accumulate large amounts of data on a single platform ensures accurate forecasting, risk analysis, consumption modelling and evaluation of the effectiveness of measures.

The implementation of energy efficient projects is often accompanied by a number of risks that may lead to delays in implementation, budget overruns, insufficient return on investment, technical or organisational incompatibility of new solutions with the existing infrastructure, low efficiency due to lack of qualified personnel, limited funding or stakeholder resistance to change. The key risks of digital energy efficiency projects are presented in Table 1.

Table 1. Risks of Digital Energy Efficiency Projects

Risk Group	Essence of Risk	Impact on Project
Financial	High initial costs, lack of accessible financing	Refusal to implement, delays or partial realization of the project
Personnel	Shortage of qualified specialists in IT, energy management, analytics	Inefficient use of digital tools, implementation failures
Technological	Incompatibility of new technologies with existing equipment or systems	Malfunctions, additional costs for adaptation or replacement
Organisational	Staff resistance, low level of digital culture within the organisation	Low engagement, reduced change effectiveness, initiative stoppage
Managerial	Outdated business models, strategic errors in the digitalization process [2]	Mismatch between technical solutions and business goals, increased correction costs, lower overall initiative efficiency
Information	Cyberattacks, unavailability or poor quality of input data, lack of an integrated database	Data leakage, system downtime, erroneous management decisions, ineffective optimisation
Legislative	Absence of regulatory framework (standards, licensing, etc.)	Implementation delays, decreased investor confidence
Social	Growth of socio economic inequality due to uneven digitalization of society [2]	Delays, conflicts of interest, additional measures to bridge the digital divide
Environmental	Increase in electricity consumption (additional load on power grids)	Complications in complying with environmental standards, prolonged implementation, higher capital expenditure
Force majeure	Natural disasters, energy and political crises, military conflicts	Project suspension, damage to equipment and buildings, loss of financing

Risk management of digital energy efficiency projects is carried out in accordance with the strategy developed by the project team, taking into account project specifics and the methodological principles of PMBOK [3].

At present, classical risk management methods can be supplemented by digital tools such as Big data analytics, digital twins, predictive models and artificial intelligence based decision support systems.

For example, Big data analytics facilitates the processing of large volumes of data obtained from SMART meters and SCADA systems, automating risk analysis, reducing the influence of subjective expert assessments and accelerating managerial

decision making. Digital twins make it possible to model the behaviour of energy systems under various scenarios, forecast the consequences of risk impacts without interfering with real objects, and identify bottlenecks or potential failures before they actually occur.

Predictive models, as a proactive management tool, make it possible to forecast the probability of risks in the future, creating opportunities to develop optimal risk mitigation strategies.

AI-based decision support systems are promising and abundant in potential. Machine learning enables these systems to process vast datasets, recognise complex patterns, adapt to new conditions and continuously improve their forecasts and recommendations. In the context of energy efficiency projects, AI can assist in risk management, anticipate risks proactively and ensure proactive governance in a turbulent environment [4].

Despite the existing risks, the synergistic potential of digitalisation and energy efficiency opens up great opportunities for enterprise competitiveness and compliance with international energy efficiency standards.

References

1. Sitnyk O.O., Semko I.B., Semko O.V. (2024). The role of modern digital technologies in energy management. *Project Management: Project Approach in Modern Management: Proceedings of the 15th International Scientific-Practical Conference of Specialists, Masters, Postgraduates and Scientists*. Odesa: ODABA, 777 p. P. 244–248
2. Vergal K.Yu. (2020). Threats and risks of digital transformation of the economy. *Bulletin of Khmelnytskyi National University*, 4 (3): 294–298. DOI: 10.31891/2307-5740-2020-284-4(3)-53
3. Project Management Standard and Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). Seventh Edition. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021. 370 p.
4. Pimenov S. (2024). Energy efficiency and digitalisation: challenges and opportunities for the construction industry of Ukraine under conditions of energy deficit. *Theoretical and Applied Issues of Economics*, 2(49):150–166. DOI: 10.6084/m9.figshare.28250531.v1

DEEPCQ+: ROBUST MADRL ROUTING FOR DYNAMIC MANET/FANETS

Routing in highly dynamic MANET/FANET swarms is hindered by rapid topology changes and intermittent links. We introduce DeepCQ+, a scalable extension of CQ+ with a single multi-agent deep RL policy (CTDE) that switches between unicast and adaptive flooding. Agents use a lightweight top-K neighbor encoding of CQ confidence/hop metrics, while a PPO policy learns to trade off delivery and overhead. A reproducible ns-3 (v3.39) slotted testbed with Random Waypoint mobility evaluates goodput and normalized MAC overhead. Baselines (unicast only) show goodput rising $0.66 \rightarrow 0.85$ when N increases $20 \rightarrow 50$, while overhead drops $0.15 \rightarrow 0.062$. These trends expose $N \approx 30-40$ as the critical regime where adaptive flooding is most beneficial and motivate the DeepCQ+ controller.

Highly dynamic MANET/FANET scenarios (emergency response, UAV swarms) suffer from frequent link breaks and time-varying contention. Classical proactive routing performs well in steady topologies but incurs re-convergence losses under mobility. Flooding improves reachability yet increases overhead. Learning-based control can adapt flooding decisions online using only local signals, preserving robustness with lower cost. We target this problem with DeepCQ+.

CQ/CQ+ maintains, per neighbor j and destination d , an estimated hop count and a confidence level updated from ACKs. Routing selects the neighbor that minimizes the product “expected hops $\times$ uncertainty”, and triggers probabilistic broadcast when confidence is low. We retain this structure but replace the unicast/broadcast switch with a shared MADRL policy so that all nodes can adaptively explore/exploit under partial observability.

State. Each agent encodes top-K ($K=4$) neighbors using CQ tuples (c,h) , first-order deltas, and two flags indicating how the current packet was received (unicast/broadcast) and the previous local action.

Policy & training. A PPO actor (shared across nodes) is trained with centralized rollouts; execution is fully decentralized. Reward combines delivery, failed transmissions and normalized ACK count to explicitly penalize replication/overhead.

Scalability. Parameter sharing makes the policy size independent of N , enabling transfer from small training topologies to larger swarms.

All experiments use ns-3 v3.39, ad-hoc Wi-Fi and a slotted runner. The arena is a square $L=300$ m; mobility – Random Waypoint with $v \in [1, 2] \text{ ms}^{-1}$; slot = 20 ms. Each episode lasts $T=3000$ slots; traffic generation stops at $T_{\max}=2000$ and the simulation drains queues thereafter. We $N \in \{20, 30, 40, 50\}$ with 4 and 8 concurrent unicast flows.

Goodput – delivered/injected packets (unique at the destination). OH2 – total MAC transmissions (data+ACK+control) per delivered data packet, normalized by N (lower is better). Points in figures are means across the two loads; bars are 95% CI.

Fig. 1 shows that goodput is flat at low densities and increases with N : ≈ 0.66 ($N=20$), ≈ 0.63 ($N=30$), ≈ 0.72 ($N=40$), ≈ 0.85 ($N=50$). Wider CI at $N=30-40$ reflects sensitivity to load (4 vs. 8 flows).

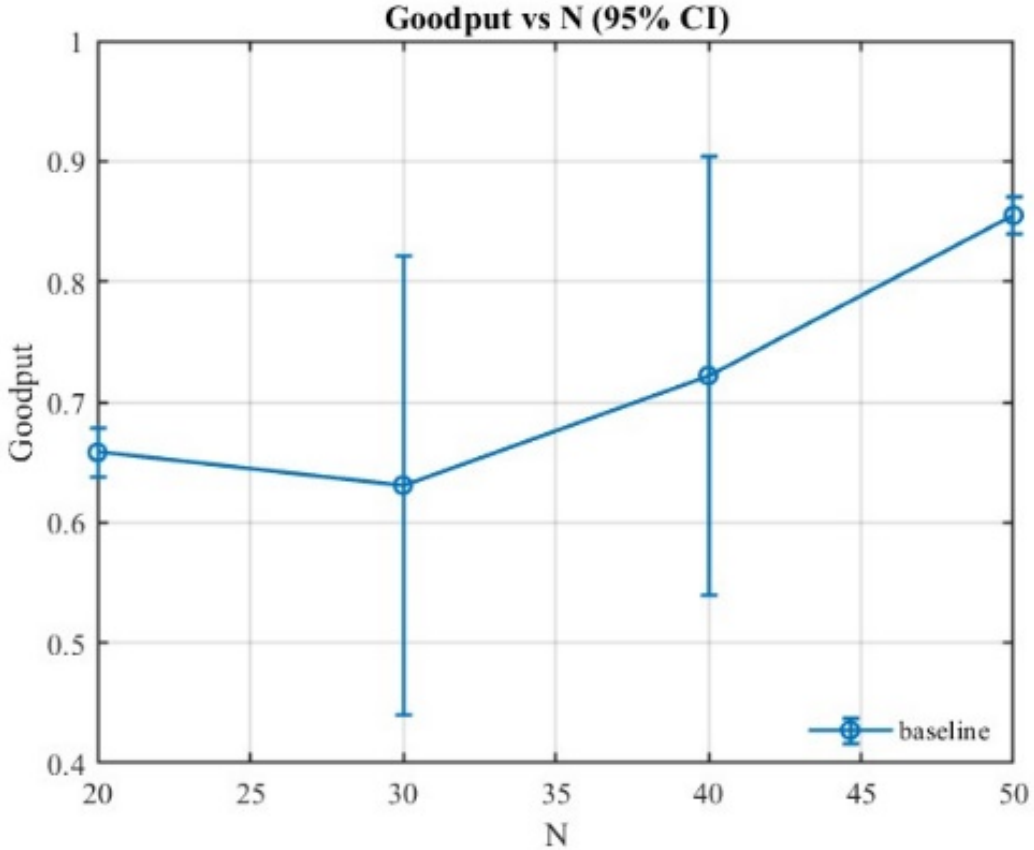


Fig. 1. Impact of Node Count on Goodput for Unicast MANET Routing (95% CI)

As seen in Fig. 2, OH2 decreases monotonically beyond $N=30$: ≈ 0.15 ($N=20-30$) $\rightarrow \approx 0.08$ ($N=40$) $\rightarrow \approx 0.062$ ($N=50$). Denser topologies shorten paths and reduce retransmission pressure.

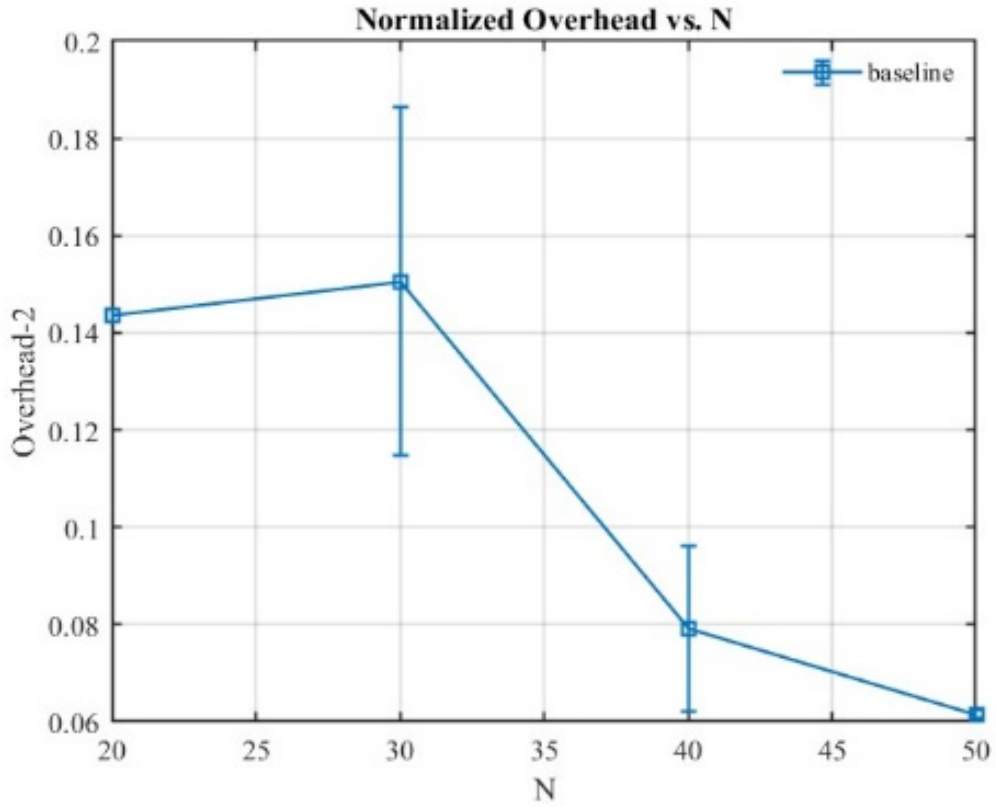


Fig. 2. Normalized Overhead (OH2) vs. Network Size under RWP Mobility

Fig. 3 shows goodput with compressed y-axis for direct comparison to CQ+ and DeepCQ+ in subsequent experiments. Tab. 1 aggregates raw outcomes per setting.

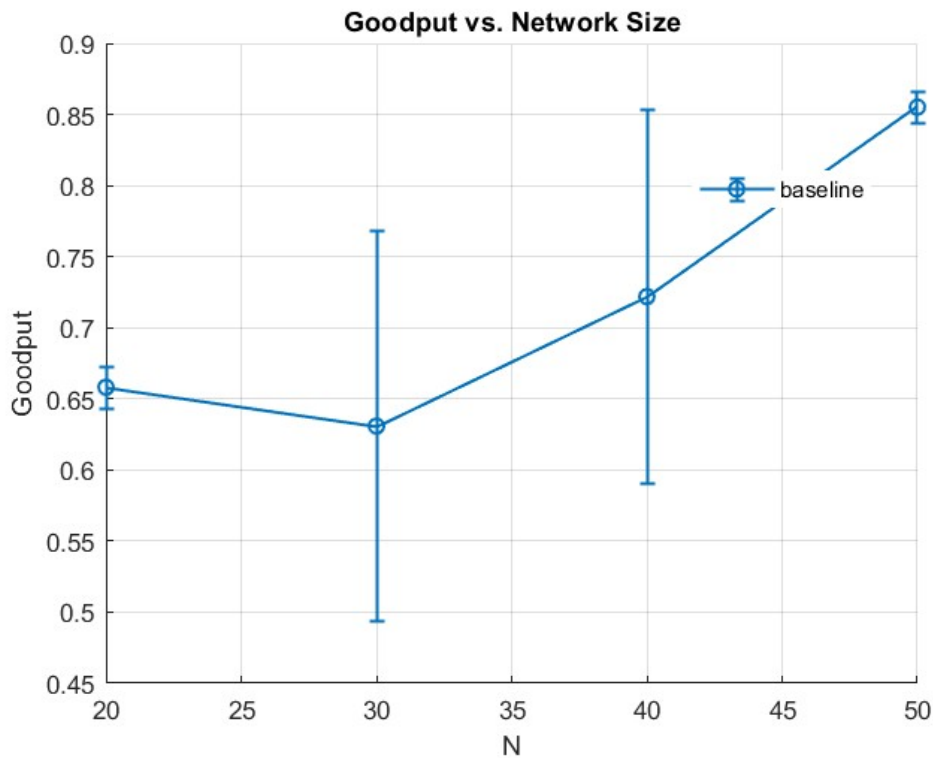


Fig. 3. Baseline Goodput across N (y-axis harmonized for comparison)

Table 1. Aggregate outcomes per scenario

tag	N	flows	Injected	Delivered	Goodput	OH1	OH2
baseline	20	4	8000	5182	0.64775	0.142667	0.142667
baseline	20	8	16000	10697	0.668652	0.144475	0.144475
baseline	30	4	8000	5825	0.728125	0.125345	0.125345
baseline	30	8	16000	8536	0.533500	0.175832	0.175832
baseline	40	4	8000	6517	0.814625	0.067151	0.067151
baseline	40	8	16000	10067	0.629188	0.091154	0.091154
baseline	50	4	8000	6904	0.863000	0.061037	0.061037
baseline	50	8	16000	13555	0.847187	0.062117	0.062117

We have presented DeepCQ+, a MADRL extension of CQ+ that preserves local, low-overhead signaling while learning robust broadcast/unicast switching. We have released a reproducible ns-3/Matlab pipeline and reported baselines that improve goodput from ≈ 0.66 to ≈ 0.85 and reduce normalized overhead from ≈ 0.15 to ≈ 0.062 as N increases from 20 to 50. Ongoing work integrates the trained PPO policy online and benchmarks against CQ+ under higher mobility and jamming; we will report absolute gains and ablations in the full paper.

PROBLEMS OF DESIGNING CRITICAL CONTROL SYSTEMS

A problem that occurs frequently in control engineering is to control an output of a system subjected to external inputs so that the absolute value of the output is within a prescribed bound. Such types of the systems in scientific literature are known as critical. In this paper some problems related to critical control systems design are evaluated. The main aspects to the design of controllers are described.

In problems of synthesis of control systems for objects of various classes, a situation often arises when some controlled signal of a closed system v (for example, an error) must be within predetermined [1] rigid boundaries E so that

$$|v(t, w)| \leq E \quad \forall t \in R$$

under arbitrary external influences w (external reference signal or disturbance). Any violation of these boundaries by the controlled signal is unacceptable, and in some cases leads to emergency situations. In scientific literature, such control systems are called critical.

Since any real control object is subject to various types of disturbances (deterministic, stochastic, chaotic), the goal of the designer of a critical system is to prevent the controlled signal of the system from going beyond the specified boundaries under arbitrary external influences. Thus, the invariance of the output signal with arbitrary disturbance is the defining quality of critical systems.

The quality of management processes is largely determined by the adopted optimization criterion [2], the choice of which is the initial stage of synthesis. It should be noted here that this stage is poorly formalized and is largely determined by the tastes and preferences of the designer. Moreover, since a set of different requirements is usually imposed on the quality of the management process, a whole host of often contradictory criteria must be taken into consideration, the reduction of which can be carried out either using multi-objective programming methods or based on the operational approach.

The quality of management processes is largely determined by the adopted optimization criterion, the choice of which is the initial stage of synthesis. It should be noted here that this stage is poorly formalized and is largely determined by the tastes and preferences of the designer. Moreover, since a set of different requirements is usually imposed on the quality of the management process, a whole host of often

contradictory criteria must be taken into consideration, the reduction of which can be carried out either using multi-objective programming methods or based on the operational approach [3].

In the process of designing multi-purpose control systems, an approach based on the introduction of a single criterion, either by means of a particular convolution and subsequent search for an effective point, or on the translation of all criteria except one into constraints and subsequent solution of a nonlinear programming problem, has been widely used [4]. A distinctive and defining feature of critical systems is the absence of a single criterion as such. All requirements for the quality of control processes can be specified in the form of systems of inequalities, and the introduction of any new requirement simply leads to the appearance of a new inequality in the system. In this regard, the design of critical control systems is largely associated with the development of effective numerical algorithms for solving problems in real time of systems of inequalities under conditions of a priori uncertainty about their parameters. Here it should be noted that this problem is in many respects similar in content to the problem of adaptive identification under limited interference, although it significantly exceeds it in complexity.

Today, we have to admit that the problem of critical control is far from being solved and the search for effective algorithms for its solution is a pressing task.

References

1. Agadzhanov S.G., Rogovenko V.V., Terenkovskiy I.D., Timofeev V.A. Identification algorithms with an adaptively adjustable dead zone // ACS and automation devices. – 1998. – Issue 107. – P. 86–95.
2. Kuntsevich V.M., Lychak M.M. Synthesis of optimal and adaptive control systems. Game approach. – K.: Naukova Dumka, 1985. – 248 p.
3. Zhitetskiy L.S. Recurrent finitely convergent algorithm for adaptive control of a linear static object under a priori uncertainty // Cybernetics and computing technology. – 1982. – Issue 56. – P. 29–35.
4. Johnson M.A. PID control: new identification and design methods. – London: Springer, 2005. – 543 p.

**STRATEGIC COMMUNICATIONS MODELS
IN A CONSTRUCTION PROJECT TAKING
INTO ACCOUNT A PROJECT ENVIRONMENT TURBULENCE**

The importance of construction project implementation is emphasized. The modern environment of construction projects is characterized as turbulent. The main components of environmental turbulence are identified. Key stakeholders of construction projects are defined. A model for managing strategic communications of construction projects with key stakeholders in the «input-output» format is proposed. A SWOT analysis of the proposed approach is conducted. Prospects for further research are outlined.

Construction projects are extremely important and in peacetime as such, representing a driving force for the economy, their importance during wartime only increases, particularly in the context of the urgent need to implement fast, high-quality and effective restoration projects. However, such implementation requires new scientific tools, appropriate models and methods that would enable high efficiency in the modern conditions of the project environment [1].

The external environment of construction projects can be characterized as highly turbulent. The main components of such turbulence include a number of factors, including:

- the war caused by the aggression of the Russian Federation against Ukraine, and the corresponding military risks of destruction and/or obstruction of the work of construction workers;
- general chaos of the project environment, which is associated with the onset of the BANI world: Brittle, Anxious, Nonlinear, Incomprehensible [2, 3];
- the introduction of artificial intelligence, the work of such intelligence and the unpredictability of the consequences of its work (interference) in the construction project management system;
- increased attention of the local community (within which the construction project is implemented) and society as a whole to construction companies and their projects.

As a result of the above turbulence factors, with an emphasis on the last of the above factors, there is a need to minimize such turbulence, to apply proactive models and methods of project management, which in particular provide for coordinated targeted actions in accordance with one's own strategy. In this context, one of the

directions for implementing proactivity is the field of strategic communications, which (in particular, but not limited) is aimed at establishing effective interaction of the project with its turbulent environment – through the implementation of appropriate strategies, which are proposed to be developed and implemented for key stakeholders of the construction project.

One of the apt definitions of this field belongs to Christopher Paul: «strategic communications is a systematic series of long-term and consistently interconnected actions carried out through strategic, operational and tactical levels that allow us to understand target audiences and channels where the message can be placed to establish the desired types of behavior of the target audience» [4].

Let's propose a model for managing strategic communications with key stakeholders in the «input-output» format for construction projects (Fig. 1).

For construction projects, according to the results of the analysis [5], the following key stakeholders can be identified:

- clients – the final beneficiaries of the project product who receive a physical asset as a result of its implementation; in construction projects, they can mainly be represented by citizens of Ukraine who receive new or restored housing;
- the local community within which the construction project is carried out; accordingly, the project product falls on the community's balance sheet, creates for the community the values of new (restored) infrastructure and new opportunities for the development of the community's economy;
- the state or society as a whole, whose interest is caused by the restoration and development of infrastructure, the improvement of entrepreneurial activity, which is facilitated by construction as a locomotive of the economy, employment of the population and taxes;
- counterparties (suppliers and contractors) who are interested in contracts (both current and future, the probability of which increases under the condition of successful cooperation in the current contract and a successful communication strategy for further interaction with the construction company) for the development of their own economic activities.

The structure of the proposed model (see Fig. 1) provides for three categories of input artifacts: key stakeholders (clients, local community, state and contractors), sources of turbulence (war and military risks, BANI environment, turbulence caused by AI, and turbulence of society), methodological basis (strategic communications approaches, classical project management standards, Agile methodology and its frameworks, approaches to stakeholder engagement). At the intersection of the values of each type of stakeholder and the entire set of sources of turbulence, the strategic communications management system should generate typical models of strategic

communications. For example, models of strategic communications with clients of a construction company should take into account turbulence caused by war and military risks, BANI environment, turbulence caused by AI, and turbulence of society. Similarly, for other types of stakeholders.

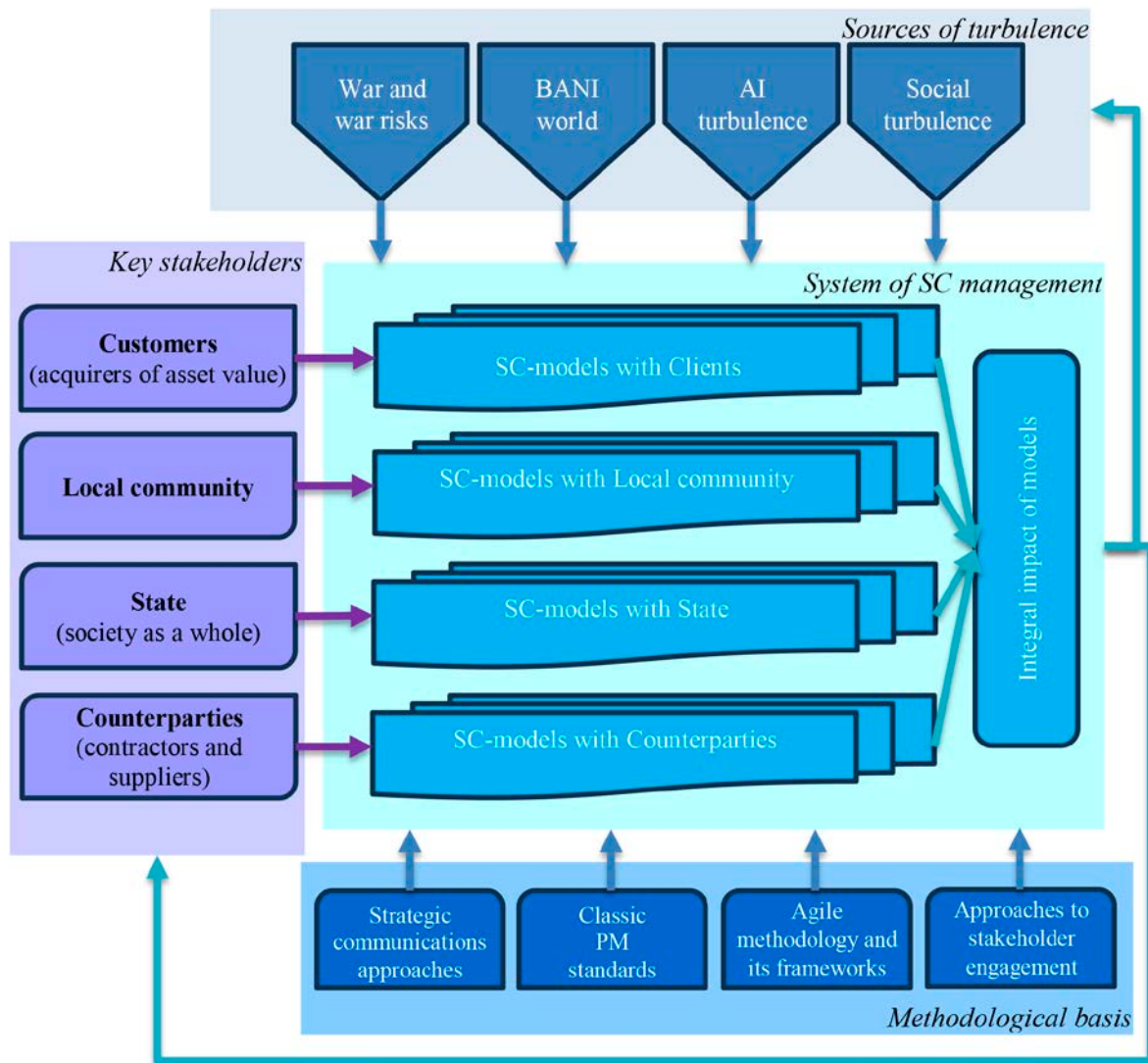


Fig. 1. Model of a strategic communications management system in the «input-output» format

The generated impacts by each type of model are integrated, and the strategic communications management system make an integrated impact on both the sources of turbulence (if such an impact is possible) and on stakeholders when implementing strategic communications with them. Such feedback can cause adjustments to the strategic communications plan based on the results of processing current messages from stakeholders and changes in the turbulent environment. The structure of individual models of strategic communications with each type of stakeholder (and tailoring of the typical model for each stakeholder) should include:

- identified and assessed stakeholder values;

- models and methods for assessing progress in achieving values;
- models and methods for implementing strategic communications with stakeholders;
- a plan for implementing strategic communications with stakeholders;
- a model for the process of making changes to the plan for implementing strategic communications with stakeholders.

If we conduct an express SWOT analysis of the proposed approach, then the following can be distinguished. Its *strengths* should be considered: systematicity, taking into account turbulence, proactivity. Its *weaknesses* should be considered: insufficient research, insufficient formalization, fragility in the face of catastrophic scenarios. *Threats* should be considered: the implementation of catastrophic scenarios, the occurrence of large-scale risks, the decline of the construction industry or a decline in the market for construction companies, as well as a lack of qualified personnel in the market. *Opportunities* should be considered: the development of the stability of the construction company's management system to turbulence, improving reputation, better opportunities in the implementation of subsequent projects.

As prospects for further research in the chosen direction, further formalization of models and methods for implementing strategic communications with all types of key stakeholders of a construction project can be highlighted.

References

1. Bushuyev S. Creative principles for managing innovation projects in BANI environment / S. Bushuyev, Ju. Tykchonovych, O. Chernysh, N. Sukhonos, A. Khalilov // Management of Development of Complex Systems. – Kyiv, 2024. – № 57. – С. 6–11.
2. Лук'янов Д.В. Управління проектами на основі даних для світу, що постійно змінюється // Тези доповідей XX міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства». – Київ: КНУБА, 2023. – С. 160–164.
3. Медведєва О.М., Россошанська О.В., Рач В.А. Управління проєктами у сучасному BANI-світі // Тези доповідей XX міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства». – Київ: КНУБА, 2023. – С. 169–175.
4. Paul C. Getting Better at Strategic Communication / RAND. – St. Monica, 2011, 18 p. http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/testimonies/2011/RAND_CT366.pdf
5. The Standard for Project Management and a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition / USA. – PMI, 2021. – 250 p.

**ANALYSIS OF MODERN METHODS
FOR DETECTING AND RECOGNIZING OBJECTS
BASED ON COMPUTER VISION TECHNOLOGIES**

The article provides an analytical review of modern approaches to object detection and recognition based on deep learning. It examines the architectures of Faster R-CNN, SSD, YOLO, EfficientDet, and transformer-based models. A comparison is made in terms of accuracy, speed, and computational requirements. The advantages and limitations of each approach are identified, and promising areas for development are outlined, taking into account current trends.

Computer vision is a branch of artificial intelligence that deals with the acquisition, processing, and interpretation of visual information to simulate human vision. The main goal of this method is to automatically analyze images for decision-making. The COVID-1 pandemic and military actions on the territory of Ukraine have stimulated the development of automatic object recognition technologies in the fields of trade, security, and logistics. The growth in the volume of visual data determines the need for more effective analysis methods.

The purpose of the study is to analyze common object detection algorithms, evaluate their characteristics, and identify promising areas. The main tasks are to compare architectures, advantages, and disadvantages, as well as to compare key indicators.

Modern detection models are classified according to the number of processing stages. Two-stage models perform two consecutive steps: first, they generate regions where objects may be located (Region Proposal), and then they classify and refine the coordinates of each of them, for example, Faster R-CNN, an approach that provides high accuracy but requires significant computational resources and works slower. One-stage models combine both steps into a single process and predict the position and class of objects in a single pass through the network. Examples include YOLO and SSD, which are characterized by high speed but are less accurate for small or overlapping objects.

Faster R-CNN belongs to two-stage models. The first stage performs the generation of regions of interest, the second – classification and regression of coordinates. The algorithm shows high accuracy (up to 90% mAP) and works well

with small objects, but its performance is only about 7 frames per second even on a powerful GPU. Because of this, the model is used in tasks where accuracy is important, such as in medicine.

SSD (Single Shot MultiBox Detector) is a single-stage architecture that processes images in a single pass. It is faster than Faster R-CNN, delivering 20–37 FPS, but its accuracy is lower, especially for very small objects. SSD is used for video surveillance systems and real-time tasks.

YOLO (You Only Look Once) is an example of the fastest models. It breaks the image into a grid and simultaneously determines the coordinates and classes of objects. Modern versions (YOLOv5, YOLOv8) operate at a speed of 30–45 FPS, making them optimal for interactive systems and unmanned transport. The disadvantage remains lower accuracy in cases of significant overlaps or small details.

EfficientDet uses balanced architecture scaling, which allows it to achieve up to 89% mAP accuracy with moderate resources. This model is popular for mobile applications but requires complex configuration.

Transformer architectures (DETR, RF-DETR) and their modifications use an attention mechanism to model global relationships in an image. These models provide high accuracy (85–92% mAP), but are slower than single-stage solutions and require significant computational resources.

Table 1. Comparative characteristics of methods

Method	Architecture	Accuracy (mAP)	Performance (FPS)	Computational requirements
Faster R-CNN	Two-stage	85–90%	~7	High
SSD	Single-stage	75–85%	~20–37	Medium
YOLO (v3–v8)	Single-stage	70–85%	30–45	Medium
EfficientDet	Optimized	78–89%	20–30	Moderate
DETR / RF-DETR	Transformer	85–92%	1020	High

An analysis of modern computer vision methods for object detection and classification shows that the choice of algorithm depends on the task at hand, available computing resources, and requirements for accuracy and speed. Single-stage models, such as YOLO and SSD, demonstrate high speed and are suitable for real-time applications, but they are inferior to two-stage models in terms of accuracy when working with small or complex objects. Two-stage solutions such as Faster R-CNN remain the standard for high-precision research, but require

more resources and processing time. Segmentation-based methods, such as Mask R-CNN, open up new possibilities for analysis, but are more complex to implement.

In this context, a promising direction for development is the creation of hybrid approaches that can combine the speed of single-stage architectures with the high accuracy of two-stage models and improve energy efficiency and algorithm optimization for mobile and embedded systems, as they operate under resource constraints and require maximum performance at minimum cost. Thus, further research will focus on developing universal solutions that can strike a balance between accuracy, speed, and resource efficiency.

Reference

1. Tan, Mingxing, Ruoming Pang, and Quoc V. Le. «Efficientdet: Scalable and efficient object detection». *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition*. 2020.
2. Bloch, Peter J. «Computer Vision Model Selection For Real-Time Tracking of Apples». (2022)
3. Altinbas, Mehmet Dogan, and Tacha Serif. «GUI Element Detection from Mobile UI Images Using YOLOv5». *Mobile Web and Intelligent Information Systems: 18th International Conference, MobiWIS 2022, Rome, Italy, August 22–24, 2022, Proceedings*. Cham: Springer International Publishing, (2022).
4. Carion, N., Massa, F., Synnaeve, G., Usunier, N., Kirillov, A., Zagoruyko, S. (2020). End-to-End Object Detection with Transformers. In: Vedaldi, A., Bischof, H., Brox, T., Frahm, JM. (eds) *Computer Vision – ECCV 2020*. ECCV 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12346. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58452-813>
5. Trigka, M.; Dritsas, E. A MDPI and ACS Style Comprehensive Survey of Machine Learning Techniques and Models for Object Detection. *Sensors* 2025, 25, 214. <https://doi.org/10.3390/s25010214>

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСКОРДОННОГО ПРОЄКТУ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ

Management of cross-border security projects is a complex process due to multi-level interaction between state structures, international organizations and other actors operating in heterogeneous political, economic and security contexts. The aim of the work is to identify and describe the main parameters of cross-border projects, as well as analyze their impact on the dynamics of implementation. Formalization of these parameters is interpreted as an important strategic tool for increasing the adaptability, manageability and effectiveness of projects in a complex environment with an increased level of risk.

Управління транскордонними проєктами у сфері безпеки супроводжується високим рівнем складності, зумовленим багатокomпонентною природою взаємодії між державами, організаціями та інституціями, які функціонують у різних політико-правових, економічних та безпекових умовах. Особливої актуальності ця проблема набула через кризові ситуації, зокрема воєнний стан, коли традиційні моделі управління не забезпечують належної гнучкості та адаптивності [1, 2].

З огляду на це виникає необхідність у системному підході до формалізації параметрів транскордонного проєкту, тобто виокремлення та структурований опис основних змінних, що визначають логіку функціонування, реагування на ризики та ефективність досягнення поставлених цілей. Така формалізація слугує підґрунтям для побудови аналітичної або комп'ютерної моделі, яка дає змогу прогнозувати результати, моделювати сценарії розвитку подій та обґрунтовано приймати управлінські рішення.

Мета дослідження – обґрунтування вибору, опис основних параметрів транскордонного проєкту в галузі безпеки та класифікація їх впливу на проєктну динаміку.

Однією з основних проблем у реалізації подібних проєктів є відсутність універсальної системи параметризації, що давала б змогу швидко й ефективно адаптувати управлінські рішення до змін середовища. Для її розв'язання необхідно впроваджувати формалізований підхід до опису проєкту, тобто визначення чіткої структури основних параметрів, що впливають на хід, результати й життєздатність проєктної діяльності. Такі параметри мають бути

не просто переліком вхідних змінних, а логічно пов'язаною системою, що зважає як на внутрішні процеси управління, так і на зовнішні загрози й ризики [2–4].

Формалізація з цього погляду виконує одразу кілька функцій. По-перше, забезпечує методологічну основу для побудови математичних або симуляційних моделей, які можуть бути використані для прогнозування ефективності управлінських стратегій. По-друге, формалізація дає змогу аналізувати чутливість системи до різних факторів ризику, що є особливо важливим у безпековому секторі. І, по-третє, вона є важливою для процесу цифровізації управління, який передбачає автоматизацію моніторингу, звітності, адаптивного планування та інформаційної взаємодії.

Важливою умовою побудови моделі є також увага до особливостей безпекового сектору. На відміну від традиційних транскордонних проєктів (наприклад, в інфраструктурі чи економіці), безпекові ініціативи стикаються з більш високим ступенем ризику, нестабільною політичною ситуацією, обмеженою передбачуваністю та високими вимогами до швидкості реагування. Це вимагає розширення класичних моделей проєктного управління внаслідок долучення додаткових змінних, таких як інформаційна безпека, правові бар'єри, оперативна логістика в умовах надзвичайної ситуації, людський фактор у зоні бойових дій тощо.

Крім того, в моделі береться до уваги необхідність використання інструментів адаптивного управління. Зокрема формалізовані параметри мають давати змогу будувати гнучкі стратегії, що змінюються в реальному часі залежно від сценарію. Це досягається за допомогою додавання елементів сценарного моделювання, ймовірнісного аналізу, використання принципів нечіткої логіки та систем прийняття рішень на основі даних (*data-driven decision systems*). Така структура забезпечує не лише опис реального стану проєкту, а й здатність передбачити його поведінку в умовах невизначеності та ризику.

Іншим важливим складником запропонованого підходу є мультидисциплінарність: модель має бути однаково ефективною як для проєктних менеджерів, так і для фахівців з безпеки, юристів, аналітиків, ІТ-фахівців і представників партнерських організацій. Саме тому в побудові формалізованої системи параметрів беруться до уваги як технічні, так і управлінські, нормативні, соціальні та культурні фактори, що відтворюють реальну складність транскордонної взаємодії.

У практиці реалізації транскордонних проєктів кожен з них має свою унікальну конфігурацію, однак можна виокремити універсальні групи параметрів, без яких неможливо побудувати життєздатну модель (табл. 1).

Таблиця 1. Параметри транскордонного проєкту у сфері безпеки

Параметр	Опис параметра	Шкала оцінювання
Фінансові ресурси	Абсолютна сума фінансування, графік розподілу, джерела надходження	Кількісно (гривні, долари), індекси
Часові межі реалізації	Загальна тривалість проєкту, розподіл на етапи, контрольні точки (віхи)	Кількісно (дні, тижні), відсоток дотримання графіка
Логістичні та інфраструктурні обмеження	Географічна доступність, канали постачання, транспортні коридори	Якісно (шкала), кількість затримок, рівень доступності
Кадрові ресурси	Кількість і кваліфікація персоналу, адаптивність, резервний потенціал	Кількісно (люди / години), рівень відповідності кваліфікації
Нормативно-правова база	Міждержавні угоди, нормативні вимоги, ліцензії та дозволи	Якісно / бінарно (відповідає / не відповідає), кількість порушень
Технологічна готовність	Наявність ІТ-інфраструктури, цифрові інструменти, засоби комунікації	Шкала готовності (наприклад, від 1 до 3), наявність резервів, рівень цифровізації

Важливим аспектом формалізації є також увага до ризиків. У сфері безпеки ризики не є додатковою змінною, бо вони – невід’ємна частина самої сутності проєкту. Тому модель передбачає долучення ризиків не лише як зовнішніх впливів, але і як обмежень або модифікаторів інших параметрів. Наприклад, зростання рівня ризику воєнних дій автоматично впливає на логістику, безпеку персоналу, терміни доправлення та доступність ресурсів. Для адекватного відтворення впливу ризиків у моделі запроваджено поняття «чутливість параметра до ризику», виражене похідною функції результату від рівня ризику, яка подана в такому вигляді:

$$S_{ir} = O/R_i, \quad (1)$$

де S_{ir} – чутливість вихідного параметра до конкретного ризику;

O – вихідні результати або цільова функція проєкту (наприклад, загальна ефективність, вартість, час реалізації);

R_i – певний ризик, наприклад, «воєнна загроза», «зміна законодавства», «зрив логістики» тощо.

Така аналітична залежність дає змогу формувати адаптивні сценарії управління, в яких система сама перебудовується у відповідь на зміну зовнішнього середовища.

Отже, формалізація параметрів транскордонного проєкту в галузі безпеки розглядається не як суто технічна процедура, а як стратегічний крок до забезпечення керованості, гнучкості та ефективності проєктної системи в умовах зростання складності та невизначеності.

Література

1. Авдеєва Х. І., Кобилкін Д. С. Огляд підходів до управління транскордонними проєктами в галузі безпеки. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2024. Вип. 30. С. 205–219. DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.30.2024.20>, URL: <https://journal.ldubgd.edu.ua/index.php/Visnuk/article/view/2783>.
2. Авдеєва Х. І., Кобилкін Д. С. Опис проєктного середовища транскордонних проєктів у галузі безпеки. *Управління проєктами у розвитку суспільства. Тема: «Штучний інтелект і управління проєктами післявоєнного відновлення України»*: тези допов. XXII міжнар. конф. (м. Київ, 23 травня 2025 року). Київ: КНУБА, 2025. С. 43–47. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/16189>
3. Волкова Н. Транскордонне співробітництво України з країнами ЄС в умовах російсько-української війни. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 48. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-52>
4. Реслер М.В., Рейс Т.Т. Європейський досвід управління розвитком транскордонного співробітництва. *Підприємництво і торгівля*. 2023. № 37. С. 49–56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1256-2023-37-05>

Баженов В.А.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ РІШЕННЯ
ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ІЗ ПРОМІЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ
ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗВИТКУ
ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ЕНЕРГОСИСТЕМ**

The paper considers the issues of optimizing the development of electrical networks of large energy systems. For optimization, it is recommended to use algorithms for solving the transport problem with intermediate transportation, which are simpler and more effective than the standard simplex method. The method allows, when justifying decisions on the development of the network, to take into account the entire process of its development, and not to be limited only to considering the levels of consumer loads for one or several stages of design.

Один з можливих шляхів вирішення загальної задачі оптимізації розвитку електричних мереж енергосистем - її спрощення і приведення до відомих задач обчислювальної математики, для вирішення яких можуть бути застосовані стандартні математичні методи й алгоритми [1,2]. При використанні методів лінійного програмування задача оптимізації розвитку електричних мереж повинна бути сформульована як задача пошуку мінімуму лінійної форми [3]

$$Z_i = \sum_{i=1}^I C_i P_i$$

при наявності лінійної системи обмежень, що, як правило, відповідають рівнянням першого закону Кірхгофа, записаним для усіх вузлів мережі, крім балансуючих,

$$f_j(P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_I) = 0, j = 1, 2, \dots, J$$

і обмежень вигляду

$$P_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, I.$$

При використанні методів лінійного програмування негладкі безперервні функції оптимальних витрат у лінії і трансформаторні підстанції мережі повинні бути апроксимовані прямими лініями, що проходять через початок координат.

При вирішенні спрощеної задачі визначення конфігурації електричної мережі симплекс-таблиця містить елементи, рівні 0, 1 або -1. Зазначена

обставина дозволяє в цьому окремому випадку для вирішення задачі лінійного програмування застосувати спеціальні алгоритми, більш прості і ефективні, ніж стандартний симплекс-метод. Алгоритми цього виду одержали назву алгоритмів вирішення транспортних задач.

Розглянемо класичну постановку транспортної задачі. Нехай задані місця розташування електростанцій, кожна з яких генерує потужність a_i , де $i = 1, 2, \dots, I$. Крім того, задані навантажувальні пункти, потреба в потужності яких становить b_j , де $j = 1, 2, \dots, J$.

Розглянутий алгоритм рішення транспортної задачі може бути розповсюджений на випадок, коли допускається транспорт енергії не тільки від джерел до споживачів, безпосередньо між споживачами й між джерелами. Дана задача одержала назву транспортної задачі із проміжними перевезеннями й може бути сформульована як задача мінімізації функції [3]

$$Z = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J C_{ij} x_{ij},$$

де i, j – поточні індекси вузлів мережі. У цьому випадку джерела й споживачі мають загальну нумерацію $i, j = 1, 2, \dots, I$. Задачу вирішують при наявності обмежень по балансу потужності у джерелах

$$\sum_i x_{ji} - x_{jj} = a_j$$

та навантажувальних пунктах

$$\sum_i x_{ij} - x_{jj} = b_j$$

де i – поточний індекс вузлів, безпосередньо пов'язаних з розглянутим j -м вузлом; x_{jj} – транзитна потужність. Коефіцієнти питомої вартості транспорту транзитної потужності виду C_{jj} покладають рівними нулю.

Для джерел енергії транзитна потужність – це потужність, яка надходить у дане джерело від інших пунктів: $x_{jj} = \sum_i x_{ij}$. Для навантажувальних

пунктів транзитна потужність дорівнює сумі потужності, які з розглянутого j -го пункту надходять до інших споживачів або джерел енергії: $x_{jj} = \sum_i x_{ji}$.

Рівність нулю питомої вартості транспорту транзитної потужності приводить до того, що симплекс-множники виду U_i , рівні відповідним симплекс-множникам виду V_j по абсолютній величині й протилежні за знаком.

Дійсно, якщо транзитна потужність j -го вузла включена до складу базисних змінних, тоді має місце співвідношення $C_{jj} = U_j + V_j = 0$. Звідси $U_j = -V_j$.

Для реалізації алгоритму вирішення задачі необхідно скласти транспортну матрицю, елементи якої являють собою потужності, що протікають по припустимих лініях зв'язку. Рядки транспортної матриці являють собою рівняння балансу потужності для електростанцій, а стовпці – рівняння балансу потужності для навантажувальних вузлів. Крім того, у клітинках матриці записані питомі вартості передачі по припустимих зв'язках C_{ij} .

Процес вирішення транспортної задачі починається з одержання припустимого плану, що повинен задовольняти розглянутій системі обмежень [3]. Як правило, для скорочення кількості кроків оптимізації процес знаходження опорного плану будується в такий спосіб. Визначають клітинку транспортної матриці з найменшим значенням питомої вартості транспорту енергії C_{ij} . Базисну змінну x_{ij} , котра повинна бути записана в розглянуту клітинку, знаходять з умови $x_{ij} = \min\{a_i, b_j\}$. Якщо $a_i < b_j$, замість значення a_i у відповідну клітинку записують нуль, а b_j замінюють на $(b_j - a_i)$. Крім того, в інші незаповнені клітинки i -го рядка заносять нулі. Якщо $b_j < a_i$, у відповідну клітинку матриці замість значення b_j записують нуль, замість a_i записують $(a_i - b_j)$, а інші незаповнені елементи j -го стовпця замінюють нулями. Далі знову вибирають незаповнену клітинку з найменшим значенням C_{ij} , визначають базисну змінну x_{ij} , знову порівнюють величини a_i й b_j . Процес закінчується тоді, коли будуть визначені значення x_{ij} для всіх клітинок транспортної матриці.

Якщо з функції Z відняти добуток рівнянь балансу потужності для електростанцій на відповідні множники вигляду U_i і рівнянь балансу для навантажувальних вузлів на множники V_j , то отримані значення нових коефіцієнтів $\bar{C}_{ij}$ при базисних змінних повинні стати рівними нулю. При цьому коефіцієнти при змінних, не включених у базис, набудуть нові значення. Виконання даної умови забезпечує виключення базисних змінних з рівняння цільової функції.

Після розрахунку значень усіх множників вигляду U_i і V_j можуть бути знайдені коефіцієнти $\bar{C}_{ij}$ для змінних, що не включені у базис.

Якщо для змінних цього типу справедливе співвідношення $C_{ij} \geq 0$, то оптимальний план знайдений. Якщо хоча б один з коефіцієнтів менше нуля, введення відповідної змінної в базис, що приводить до її зростання, викликає зменшення функції Z , і тому процес оптимізації повинен бути продовжений. У цьому випадку з числа негативних коефіцієнтів матриці вибирають коефіцієнт, що має найменше значення $\bar{C}_{mn}$. Відповідній змінній привласнюють значення θ . Тоді для збереження балансу у відповідному рядку m і стовпці n які-небудь базисні змінні змінюють на $-\theta$. Це у свою чергу викликає зміну інших базисних змінних на $+\theta$.

Оскільки значення будь-якої змінної не може бути менше нуля, максимальне значення θ дорівнює мінімальному значенню тих змінних, котрі в результаті внесення виправлення зменшуються:

$$\theta = \min \left\{ x_{ij} / \bar{x}_{ij} = x_{ij} - \theta, i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \right\}$$

Після внесення θ функція Z зменшується на $|C_{mn}|\theta$. Далі для нових значень змінних x_{ij} необхідно знову визначити симплекс-множники, розрахувати значення коефіцієнтів $\bar{C}_{ij}$. Процес продовжується доти, поки не буде знайдений оптимальний план.

Розглянутий алгоритм оптимізації розвитку електричних мереж великих систем енергетики реалізований у пакеті прикладних програм для персональних комп'ютерів. Розрахунки показали, що пропонуваний метод оптимізації відрізняється гарною збіжністю та є достатньо стійким до вибору початкових наближень.

Література

1. Баженов В.А. Моделирование электрической сети при оптимизации развития энергосистем. Техническая электродинамика. Тематичний випуск. Проблеми сучасної електротехніки. Частина 5. К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2006. – с. 9–12.
2. Кузнецов В.Г., Тугай Ю.И., Баженов В.А. Оптимизация режимов электрических сетей. – Киев: Наукова думка, 216 с, 1992.
3. Моделі оптимального розвитку енергосистем [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Електричні системи та мережі» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/ В.А. Баженов; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Електронні текстові дані (1 файл).– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 139 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ПОРТФЕЛІВ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЄКТІВ

The report presents a conceptual model of infrastructure project portfolio resource management. The model integrates intelligent data analysis and artificial intelligence systems to predict, optimize, and coordinate the use of material and technical resources in specific conditions of infrastructure projects. Its architecture provides dynamic replanning, cost minimization, increased decision accuracy, and adaptation to changing production and market conditions.

Концептуальна модель управління ресурсами портфелів інфраструктурних проєктів (ІСП) [1] об'єднує модулі інтелектуального аналізу даних та штучного інтелекту для комплексного розв'язання завдань прогнозування, планування, оптимізації та контролю використання матеріально-технічних ресурсів.

Актуальність дослідження з управління ресурсами портфелів ІСП обґрунтовано бізнесовою ситуацією великої корпорації, що має значну кількість складських приміщень різного типу та призначення, що територіально розподілені [2]. Зазвичай у портфелях будівельних проєктів розглядають чотири типи ресурсів: людські, фінансові, інформаційні та матеріально-технічні. Останні розподіляють на вироблені власноруч і придбані для операційної та проєктної діяльності. У дослідженні предметом будуть матеріально-технічні ресурси, що придбані для операційної та проєктної діяльності великих інфраструктурно-орієнтованих компаній (ІОК).

Для власних виробничих та проєктних потреб ІОК потребує значну кількість товарних запасів та ресурсів [3]. Тому виникає потреба в прогнозуванні таких взаємозалежних показників:

- активності ІСП щодо їх планування та реалізації;
- потреби в матеріальних ресурсах для реалізації зазначених проєктів;
- обсягу необхідних ресурсів з прив'язкою до часу їх використання;
- кількості та відповідності вільних складських приміщень для збереження зазначених ресурсів;
- оцінки доцільності дострокової закупки матеріальних ресурсів і вартості їх зберігання та перевезення між територіально розподіленими складськими приміщеннями й майданчиками реалізації ІСП.

Для забезпечення чіткого бачення в управлінні ресурсами портфелів ІСП [4] запропоновано концептуальну модель, у якій братимуться до уваги зазначені особливості. Модель подано на рис. 1.

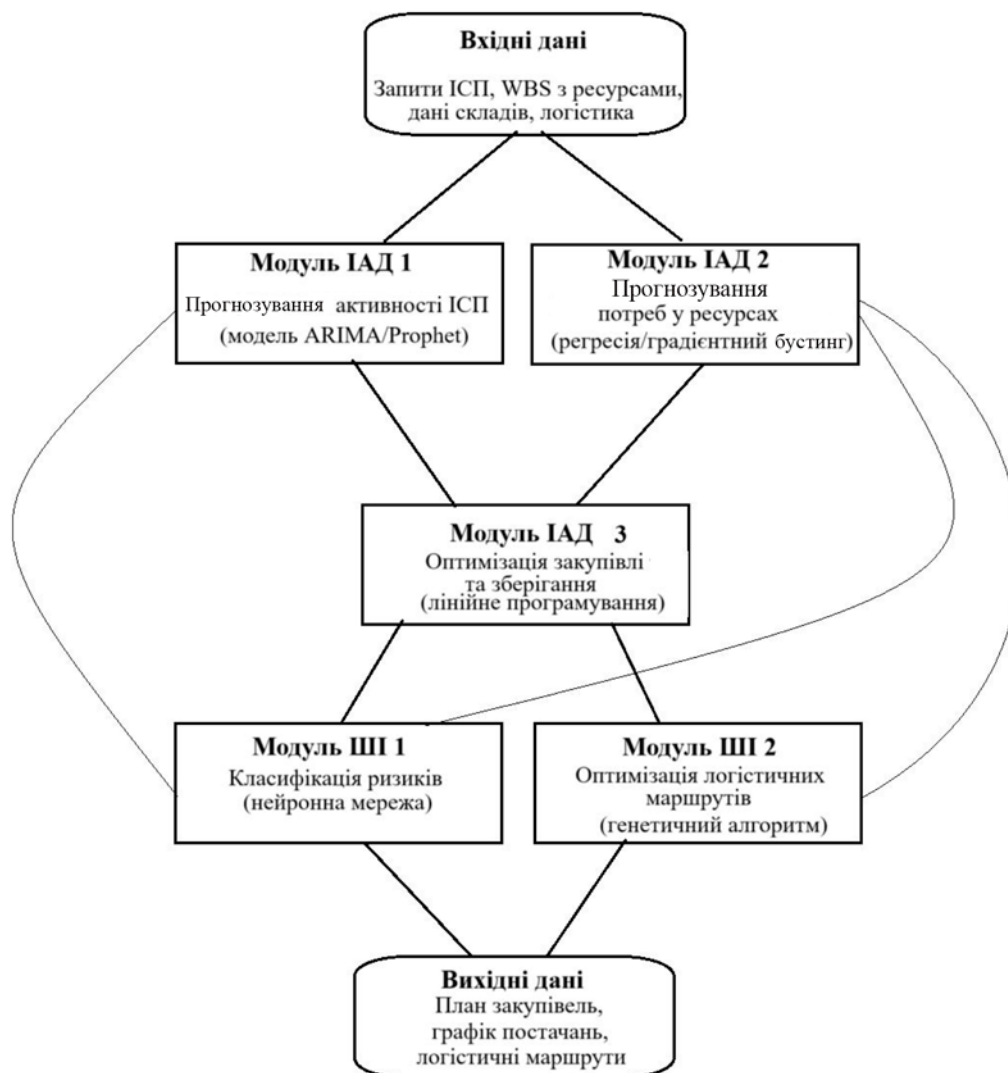


Рис. 1. Концептуальна модель управління ресурсами проєктів портфелів ІСП

Модуль формування вхідних показників акумулює інформацію про плани реалізації ІСП, складські залишки, транспортні маршрути, історичні коливання цін та виробничі потреби, створюючи базу для подальших розрахунків. Модуль прогнозування активності портфеля ІСП на основі методів градієнтного бустингу та рекурентних нейронних мереж LSTM формує часові прогнози кількості проєктів та обсягів ресурсів. Модуль оцінювання потреб застосовує регресійні та стохастичні моделі для розрахунку обсягів ресурсів за WBS та ймовірності затримок постачання. Модуль оптимізації дострокових закупівель інтегрує алгоритми цілочисельного лінійного програмування та генетичні алгоритми для вибору оптимального часу й обсягів придбання з огляду на вартість зберігання, прогнозу динаміку цін та ризики знецінення.

Модуль планування використання територіально розподілених складських приміщень моделює заповнюваність, прогнозує вивільнення площ і реалізує ШІ-алгоритми розподілу запасів для зниження логістичних витрат. Модуль логістичної оптимізації розв'язує модифіковану задачу маршрутизації транспортних засобів (VRP) для багатоскладських систем з огляду на уникнення порожніх рейсів і мінімізації часу доправлення. Модуль аналізу ризиків та сценарного моделювання застосовує метод Монте-Карло та імітаційні моделі для оцінювання наслідків цінових стрибків, дефіциту постачальників чи обмежень складських потужностей.

Рекомендаційний модуль інтегрує результати всіх попередніх блоків, пропонуючи сценарії рішень із вказаними економічними, часовими та ризиковими параметрами. Модуль автоматизованого моніторингу здійснює безперервний збір інформації, оновлення прогнозів і динамічне перепланування в разі зміни умов. Зв'язок між модулями реалізується як потокове оброблення даних: вхідний модуль передає результати прогнозування до оцінювання потреб, далі – до оптимізації закупівель і складського планування, що інтегрується з логістичною оптимізацією, а підсумкові результати аналізу ризиків формують базу для рекомендаційного модуля та моніторингу. На виході алгоритм генерує комплексний план ресурсного забезпечення портфеля ІСП із графіками постачання, планами складського розміщення, оптимізованими маршрутами транспорту та сценаріями ризик-менеджменту. Це забезпечує портфельним менеджерам корпорації інструмент підтримки рішень, що дає змогу підвищити точність прогнозування, зменшити витрати на логістику та зберігання, уникнути дефіцитів і перевантаження складів, а також оперативно адаптувати стратегію управління ресурсами до змін ринкових і виробничих умов.

Література

1. Барський С., Копанєв А. (2023). Сутність та особливості управління інфраструктурними проектами. *Project, program, portfolio management. P3M-2023. ІШІР*, 228 – 230.
2. Teslenko, P., Barskyi, S. (2024). Analysis of machine learning models for forecasting retail resources. *Technology Audit and Production Reserves*, 6(80), 11–15. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2024.315495>
3. Барський С.Ю., Тесленко П.О. (2024) Управління ресурсами інфраструктурних проєктів. *МНПК «Інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами»*, ХНУРЕ, 53 – 56. <https://doi.org/10.30837/ISRRM.2024.09>
4. Барський С., Тесленко П. (2024). Особливості портфелів інфраструктурних проєктів. *Project, program, portfolio management. P3M-2024. ІШІР*, 328 – 331. <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.15165174>

ОГЛЯД СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРОЄКТІВ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

In the conditions of modern road construction, the relevance of implementing new modern methods of risk management by project teams is increasing. An analysis of new, modern methods that ensure identification, analysis and response to possible risks that may affect the achievement of project goals has been conducted. The advantages and disadvantages of each of the methods that affect the effectiveness of the implementation of a road construction project have been identified.

Протиризикове управління командами в проєктах дорожнього будівництва передбачає ідентифікацію, аналіз та реагування на можливі загрози, що можуть вплинути на досягнення цілей проєкту. Пріоритетними є методи й моделі, зокрема аналіз чутливості, симуляції Монте-Карло, дерева рішень, а також використання стандартів управління проєктами, таких як РМВОК. Важливим є також формування ефективної команди та увага до обмежень, таких як бюджет, терміни та якість [1].

Аналіз чутливості (англ. sensitivity analysis) полягає в оцінюванні впливу зміни окремих вихідних параметрів проєкту (наприклад, ціни матеріалів, вартості робочої сили) на його кінцеві характеристики, зазвичай на внутрішню норму прибутку або NPV [2]. Техніка проведення аналізу чутливості полягає в зміні обраних параметрів у певних межах за умови, що інші параметри залишаються незмінними. Що більший діапазон варіації параметрів, за якого NPV або норма прибутку залишається додатною величиною, то стійкішим є проєкт.

Аналіз чутливості проєкту дає змогу оцінити, як змінюються результуючі показники реалізації проєкту за різних значень заданих змінних, необхідних для розрахунку. Цей вид аналізу допомагає визначити найбільш критичні змінні, що найбільшою мірою можуть вплинути на здійсненість і ефективність проєкту. За варійовані вихідні змінні приймають: інвестиційні витрати або їх складники, графік будівництва, операційні витрати або їх складники, термін затримок платежів, рівень інфляції, відсоток за позиками, ставку дисконту та інші чинники.

Результуючими показниками реалізації проєкту можуть бути: показники ефективності (внутрішня норма прибутковості, індекс прибутковості, термін

окупності, рентабельність інвестицій), щорічні показники проєкту (балансовий прибуток, чистий прибуток, сальдо накопичених реальних грошей).

Моделювання методом Монте-Карло використовує статистичні методи для моделювання значної кількості сценаріїв розвитку подій, що дає змогу оцінити ймовірність досягнення різних цілей проєкту [3]. Таке моделювання для управління ризиками термінів реалізації проєкту сприяє швидкому реагуванню на них, а також надає детальну інформацію про вчасність і можливу затримку виконання різних етапів проєкту, що створює умови для прийняття оперативних рішень. Метод Монте-Карло дає змогу передбачити настання ризикової події, запобігти її появі, мінімізувати шкоду, вчасно знайти резерв або альтернативу події, а отже, знизити втрати від можливих ризиків і збільшити загальну вигоду від реалізації проєкту. Аналіз ризиків методом Монте-Карло передбачає кілька основних етапів.

1. Визначення змінних, що долучаються в модель, на основі якісного аналізу ризиків проєкту.
2. Підбір імовірнісного розподілу кожної змінної.
3. Створення випадкових вибірок і визначення взаємозалежності між змінними.
4. Виконання розрахунків чи моделювання.
5. Аналіз результатів.
6. Оцінювання ризику й невизначеності.
7. Уточнення та оптимізація.

Отже, методологія передбачає визначення вхідних змінних, їх імовірнісних розподілів, створення випадкових вибірок, розрахунки, повторення моделювання, аналіз результатів, уточнення планів проєкту, оцінювання ризику й невизначеності. Цей системний підхід дає змогу проєктним групам отримувати цінну інформацію про результати проєкту.

Метод «дерево рішень» використовується для візуалізації варіантів рішень та їх результатів [4], також допомагає проілюструвати послідовність рішень та їх наслідків, оцінити ризики та можливості кожного з варіантів. Аналіз дерева рішень (*Decision Tree Analysis*) – це потужний інструмент, що дає змогу обрати між декількома варіантами дій. Побудова дерева рішень забезпечує високоефективну структуру, в межах якої можна зобразити кілька подальших дій і дослідити можливі результати вибору цих варіантів. Крім того, це допомагає сформуванню збалансованої картини ризиків і переваг, пов'язаних з кожним можливим варіантом дій.

Дерево рішень містить такі елементи: вузол рішення (відповідає рішення, яке необхідно прийняти), вузол імовірності (символізує те, що може мати місце кілька сценаріїв), кінцевий вузол (подає результат).

Упровадження методу дерева цілей передбачає п'ять етапів.

1. Побудова моделі: дерево рішень починається з варіанта, який необхідно прийняти, ієрархічно пов'язаного з іншими можливими результатами.

2. Оцінювання дерева рішень: аналізується варіант, що має найбільшу цінність для кожного можливого результату.

3. Обчислення значень дерева: розраховується значення, що дають змогу прийняти оптимальне рішення.

4. Обчислення вартості вузлів із невизначеним результатом: обчислюється добуток значень невизначених результатів на їх імовірність.

5. Обчислення значення вузлів прийняття рішень: оцінюється вузол рішень, записується як вартість кожного варіанта на кожній лінії рішень.

Отже, дерево рішень – ефективний метод прийняття результату проти ризикового управління проектами, оскільки дає змогу:

- чітко сформулювати проблему, щоб усі варіанти могли бути розглянуті;
- повністю проаналізувати можливі наслідки рішення;
- кількісно оцінити значення результатів та ймовірності їх досягнення;
- прийняти найкращі рішення на основі наявної інформації.

Як і всі методи прийняття рішень, аналіз дерева рішень є лише однією з важливих частин інструментарію для прийняття результату. Очевидно, що дерево рішень не надає остаточного варіанта, а лише допомагає прийняти рішення ОПР.

Стандарти управління проектами: PMBOK (Project Management Body of Knowledge) надають структуру для управління ризиками, зокрема планування, ідентифікацію, аналіз, реагування та моніторинг. Перелічимо етапи PMBOK [5].

1. Планування управління ризиками: визначаються процеси, методи та інструменти, які впроваджуватимуться для управління ризиками протягом усього життєвого циклу проекту.

2. Ідентифікація ризиків: окреслюються потенційні ризики, що можуть вплинути на проєкт.

3. Якісний аналіз ризиків: оцінюється ймовірність виникнення ризиків та їх потенційний вплив на проєкт.

4. Кількісний аналіз ризиків: у разі необхідності цей етап передбачає більш детальне кількісне оцінювання ризиків, наприклад моделюванням Монте-Карло.

5. Планування реагування на ризики: розробляються стратегії для пом'якшення негативного впливу загроз або використання можливостей, пов'язаних із ризиками.

6. Моніторинг і контроль ризиків: постійне відстеження загроз, їх оновлення та реагування на них упродовж усього життєвого циклу проєкту.

РМВОК надає чітку структуру та інструменти для ефективного управління ризиками, що критично важливо для успішного виконання проєктів.

У межах аналізу розглянуто основні методи протиризикового управління командами проєктів дорожнього будівництва. Виявлено переваги й недоліки кожного методу, що впливають на ефективність реалізації проєкту з огляду на певні чинники, зокрема внутрішню норму прибутковості, індекс прибутковості, термін окупності, рентабельність інвестицій тощо, з метою подальшого підвищення ефективності управління командами проєктів.

Література

1. Басько А. С., Дяченко П. В. Стан та перспективи розвитку проєктів дорожнього будівництва. Управління розвитком складних систем. Київ, 2023. № 54. С. 12–21. [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2023.54.12-21](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.54.12-21)
2. Бугров О.В., Бугрова О.О., Лук'янчук І.О. Аналіз чутливості і аналіз сценаріїв в управлінні ризиками інвестиційних проєктів. *Інвестиції: практика та досвід*. 2023. № 3. С. 80–86. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2023.3.80>
3. Курдупов О.Л., Потапова Н.А. Використання методу Монте-Карло для аналізу проєктних ризиків. Тези доповідей II-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції «Комп'ютерні технології обробки даних», (м. Вінниця, 10 грудня 2021 року). Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 138–141.
4. Юр'єва І. А. Аналіз і прогнозування ризиків в діяльності підприємств: конспект лекцій. Харків: НТУ «ХПІ», 2024. 125 с.
5. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Seventh Edition. USA: PMI, 2021. URL: [https://ibimone.com/PMBOK%207th%20Edition%20\(iBIMOne.com\).pdf](https://ibimone.com/PMBOK%207th%20Edition%20(iBIMOne.com).pdf)

ОПТИМІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ У ПРОЦЕСІ ПЕРЕХОДУ ДО ТЕХНОЛОГІЇ BYOD

The statement is formulated and an iterative technology is proposed for solving a multi-criteria (in terms of the given costs, efficiency and reliability) problem of optimizing computer networks of educational institutions when switching to BYOD (Bring Your Own Device) technology. The results obtained allow to increase the efficiency of technologies for optimizing corporate computer networks of educational institutions in their reengineering projects with a significant change in the number of users and traffic.

Упровадження BYOD-технологій (*Bring Your Own Device*) в освітніх закладах створює нові можливості для підвищення ефективності навчального процесу внаслідок активізації пізнавальної діяльності, зростання продуктивності навчання, підвищення оперативності зворотного зв'язку тощо [1]. Водночас використання особистих мобільних пристроїв призводить до суттєвого зростання запитів і перевантаження обладнання наявних мереж. Як наслідок, виникає необхідність їх модернізації чи реінжинірингу.

Проекти реінжинірингу мереж загалом передбачають розв'язання на нижньому (другому) рівні декомпозиції комплексу задач визначення принципів побудови $Task_1^2$, оптимізації структури $Task_2^2$, оптимізації розміщення елементів і трасування зв'язків $Task_3^2$, оптимізації технології функціонування $Task_4^2$, оптимізації параметрів елементів і зв'язків $Task_5^2$, оцінювання ефективності та вибору найкращого варіанта побудови мережі $Task_6^2$. Найкращий варіант s^0 з множини допустимих S^* обирається за комплексним показником якості $Q(s)$ в умовах обмежень на показники оперативності $\tau(s) \leq \tau^*$, надійності $p(s) \geq p^*$ й економічності $C(s) \leq C^*$ (де τ^* , p^* , C^* – граничні допустимі значення показників) $s_0 = \arg \max_{s \in S^*} Q(s)$ [2, 3].

Для вибору найкращого варіанта реінжинірингу мережі пропонується використати ітераційну схему системної оптимізації розподілених об'єктів

(рис. 1), де $ProcDec_i^2$, $InDat_i^2$, $InDat_{iE}^2$, Res_i^2 , $DesDec_i^2$ $i=\overline{1,6}$ – процедура розв’язання, зовнішні, внутрішні входні дані й обмеження i -ї задачі [4].

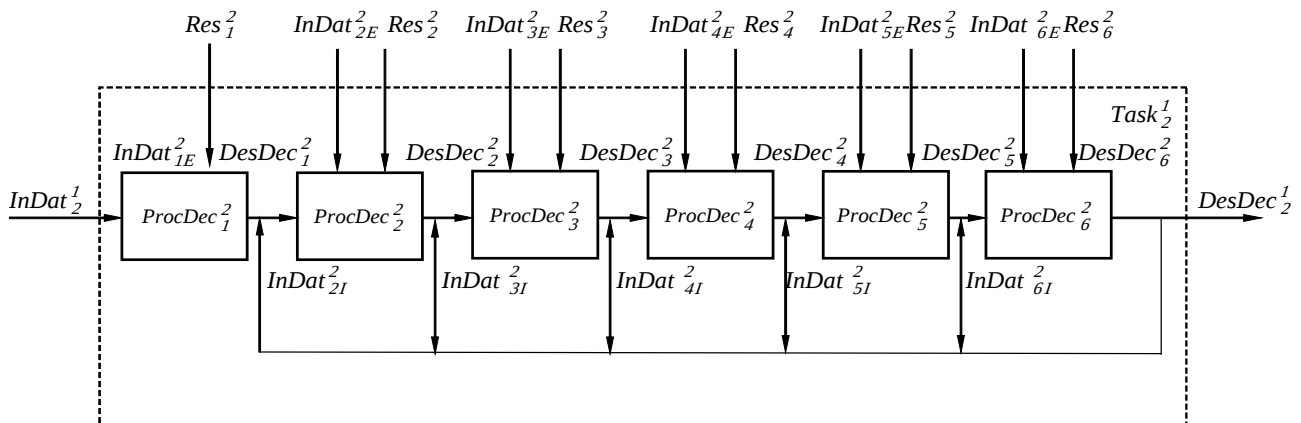


Рис. 1. Ітераційна схема системної оптимізації мережі

З огляду на те, що кількість принципів побудови, типів обладнання і технологій функціонування мережі є незначними, найбільшу складність становлять задачі оптимізації їх структур $Task_2^2$ і топології $Task_3^2$.

Запропоновано вважати, що всі користувачі мережі під'єднуються до локальних серверів (класів, навчальних лабораторій, відділів); вузли розміщуються в безпосередній близькості від локальних серверів; локальні сервери під'єднуються до вузлів за показником мінімуму витрат.

Функція витрат на реінжиніринг є сумою додаткових наведених витрат на центр, вузли, елементи та зв'язки з огляду на можливості застосування засобів наявної мережі $k_1(s) \equiv C(s) \rightarrow \min$. Як показник оперативності запропоновано використати максимальний час відповіді на запити користувачів мережі $k_2(s) \equiv \tau_{\max} \rightarrow \min$. Як показник надійності запропоновано застосувати ймовірність перебування мережі в працездатному стані $k_3(s) \equiv p(s) \rightarrow \max$.

Згортка локальних критеріїв $k_j(s)$, $j=\overline{1,3}$ дає змогу звести багатокритеріальну задачу до задачі оптимізації мережі зі скалярним [2–4]:

$$Q(s) = \sum_{j=1}^3 \eta_j \xi_j(s), \quad \xi_j(s) \equiv \xi_j[k_j(s)] = \left[\frac{k_j(s) - k_j^-(s)}{k_j^+(s) - k_j^-(s)} \right]^{\delta_j}, \quad j=\overline{1,3}, \quad (1)$$

де η_j – ваговий коефіцієнт j -го критерію;

$$\eta_j \geq 0, \sum_{j=1}^3 \eta_j = 1; \xi_j(s), k_j^-(s), k_j^+(s) - \text{функція корисності } j\text{-го критерію,}$$

його найгірше та найкраще значення;

δ_j – параметр, що визначає вид залежності $\xi_j(s)$.

Частковими випадками розглянутої задачі є задачі мінімізації наведених витрат $s^0 = \arg \min_{s \in S^*} C(s)$ за умови заданих обмежень на показники оперативності та надійності; мінімізації часу доступу користувачів $s^0 = \arg \min_{s \in S^*} \tau(s)$, якщо задані обмеження на показники наведених витрат і надійності; максимізації надійності $s^0 = \arg \max_{s \in S^*} p(s)$ за умови обмежень на показники витрат і оперативності.

Для розв'язання задачі запропоновано використовувати інтерактивну модифікацію методу спрямованого перебору варіантів із застосуванням згортки локальних критеріїв (1) [3, 4].

Напрямами подальших досліджень у подібних проєктах може бути врахування в моделях задачі реінжинірингу мереж навчальних закладів неповної визначеності вхідних даних, зокрема функціональних і вартісних характеристик обладнання, стохастичної властивості потоків запитів користувачів, оцінювання живучості варіантів і планування процесів розвитку мережі.

Література

1. Блудова Ю. О. (2020) «Використання технології BYOD в освітньому процесі Нової української школи», *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*, 71 (1), 92–95.
2. Безкоровайний В. В., Драз О. М. (2024) «Математична модель багатокритеріальної задачі реінжинірингу топологічної структури корпоративної комп'ютерної мережі», *Міжнародна науково-практична конференція «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку, Збірник тез доповідей*, Харків, 19–21.
3. Beskorovainyi V., Russkin V. (2021), «Directed search of variants in technologies for reengineering of corporate computer networks», *Intelligent information systems for decision support in project and program management: Collective monograph*. European University Press, Riga: ISMA, 15-24.

4. Beskorovainyi V. (2020), «Combined method of ranking options in project decision support systems», *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, 4 (14), 13–20.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АНАЛІЗІ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ ЗАВДАНЬ НА ПРИЛАДОБУДІВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

In modern manufacturing, automation is key to improving efficiency of information technology use and analysis. The use of artificial intelligence, particularly large language models (LLMs), allows for the automation of text data analysis, which minimizes manual labor, reduces costs, and improves product quality. The developed system consists of three modules: authorization, user management, and data analysis. The authorization module uses tokens for secure access, and the user module allows you to manage your profile and get corresponding tasks.

На сучасному етапі автоматизація виробничих процесів є критично важливою для підвищення ефективності підприємств. Застосування штучного інтелекту, зокрема великих мовних моделей (LLM), дає змогу автоматизувати первинний аналіз неструктурованих даних, зокрема природного тексту.

Такі технології значно спрощують і пришвидшують підготовку інформації для зберігання та подальшого оброблення, а також мінімізують людську участь на цьому етапі. Це зі свого боку допомагає підприємствам перерозподілити ресурси, знизити операційні витрати та зосередитися на підвищенні якості кінцевої продукції. Зростання потреби в автоматизації стимулює розроблення нових і вдосконалення вже наявних інтелектуальних систем аналізу інформації [1].

Великі мовні моделі (LLM) вирізняються тим, що не потребують контрольованого навчання. Це дає змогу використовувати значно більші обсяги інформації, що є основною перевагою. Однак саме ця особливість створює важливий недолік: що більший набір даних, то вища ефективність моделі, але й дорожче її розроблення [2].

Завдяки своїй винятковій здатності обробляти природний текст LLM глибоко інтегруються у виробничі процеси сучасних підприємств. Починаючи з кінця 2022 року, коли з'явився популярний інтерфейс *ChatGPT*, ці моделі швидко здобули популярність, а кількість їх користувачів перевищила 180 млн.

Для аналізу інформації можна обрати, наприклад, модель *GPT-4o-mini*, яка є однією з найпопулярніших на ринку. Її ключові переваги – низька вартість і висока швидкість – дають змогу значно здешевити й прискорити оброблення інформації. Наприклад, ціна одного запиту до API становить лише \$0.0105, що є дуже конкурентною пропозицією порівняно з іншими моделями.

LLM можуть аналізувати внутрішні документи, наприклад фінансові показники, щоб надавати рекомендації, зокрема щодо бюджету. Деякі моделі здатні формувати результат у вигляді JSON, що полегшує подальше автоматизоване оброблення. Проте така автоматизація все ще потребує людської верифікації.

Крім того, LLM допомагають у плануванні проєктів, використовуючи свої великі тренувальні дані. Однак варто зважати на ризики, оскільки надані рекомендації можуть виявитися неточними або навіть контрпродуктивними [3].

Для взаємодії з LLM використовувалася бібліотека *openai*. Цей інструмент, розроблений компанією *OpenAI*, спрощує доступ до її API, але також може бути використаний для під'єднання до інших LLM, що підтримують сумісні формати запитів. Крім того, *Openai* підтримує роботу з мультимодальними даними, що дають змогу аналізувати графічну та аудіоінформацію відповідно до [4] (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняння ціни за запит до API відомих моделей

Назва моделі	Автор	Ціна за запит до API
gpt-4o	OpenAI	\$0.016
gpt-4o-mini	OpenAI	\$0.0105
claude-3-sonnet	Anthropic	\$0.0156
gemini-1.5-pro	Google	\$0.0112
mistral-large	Mistral	\$0.0256

Така інформаційна система може містити три частини: авторизація, управління користувачем і аналіз даних [5].

Авторизація відбувається за допомогою логіна й пароля. Після цього система видає токен відновлення на місяць, який генерує короткострокові токени доступу для роботи в системі.

Модуль користувача дає змогу оновлювати профіль (аватар, ім'я, пароль) та відновлювати пароль за допомогою токена, надісланого на електронну пошту.

Модуль аналізу інформації надає доступ до чотирьох основних функцій, а також може бути поданий у вигляді схеми, зображеної на рис. 1:

- аналіз резюме для підбору посади;
- генерація завдань для працівника на основі його профілю;
- генерація завдань на підставі резюме (CV), що дає змогу автоматично розподіляти завдання для нових співробітників;
- перегляд історії раніше згенерованих завдань.

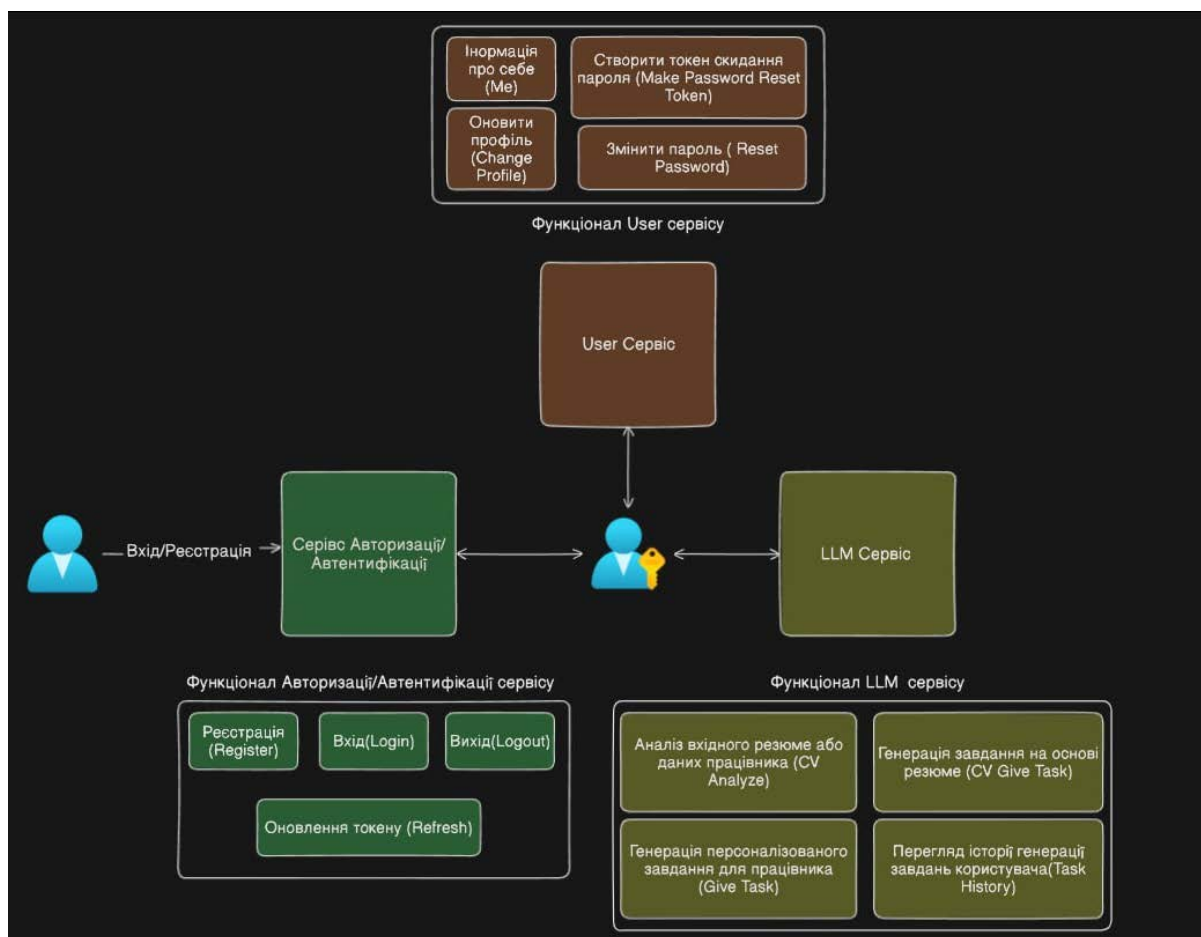


Рис. 1. Структура програми

Запропонована система керування інформацією може підвищити продуктивність праці, знизити кількість помилок, скоротити час на видачу завдань та оптимізувати завантаження персоналу. Також вона може стати основою для подальшої автоматизації та інтеграції з іншими виробничими системами.

У разі поєднання такої системи з популярними месенджерами з'явиться можливість надавати завдання працівникам за дуже стислі терміни, що, ймовірно, позитивно вплине на процес керування будь-яким підприємством, зокрема й виробничим.

Література

1. Андреев А.С. Штучний інтелект та машинне навчання в автоматизації / А.С. Андреев // Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки 2024: тези доповідей І Всеукр. конф., 16–17 травня 2024. – Харків, 2024. – С. 45–49.
2. Руденко І. Система моніторингу автоматизованих систем на підприємстві / І. Руденко, А. Бронніков // Виробництво & Мехатронні системи 2022: тези доп. VI Міжнар. конф., 21–22 жовтня 2022 р. – Харків, 2022. – С. 71–73.
3. Світова статистика використання ШІ бізнесами [Електронний ресурс] / Режим доступу: [www / URL: https://www.marketing-ua.com/article/shi-instrumenti-dlya-rozvitku-ecommerce-biznesu/](http://www.marketing-ua.com/article/shi-instrumenti-dlya-rozvitku-ecommerce-biznesu/) (дата звернення 27.05.2025).
4. Wu, Siyu & Oltramari, Alessandro & Francis, Jonathan & Giles, C. & Ritter, Frank. (2025). LLM-ACTR: from Cognitive Models to LLMs in Manufacturing Solutions. Proceedings of the AAAI Symposium Series. 5. 340–349. 10.1609/aaaiss.v5i1.35610.
5. Андреев А.С. Розроблення програмного забезпечення для аналізу вхідної інформації робітника приладобудівного виробництва для видачі завдань на виконання / А.С. Андреев // Автоматизація та приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2025): збірник студентських наукових статей. – Харків: ХНУРЕ, 2025. – Вип. 1. – С. 7–11.

УПРАВЛІННЯ ВІДКРИТИМИ ПРОЄКТАМИ В УМОВАХ ДИНАМІЧНИХ ЗМІН ЕКОНОМІКИ ЗНАНЬ

The current trends of the knowledge economy and project management in this area are revealed. The relationship between knowledge management and the ability to successfully manage enterprise development projects in an era of rapid change is studied. The research allowed us to draw conclusions about the features and new aspects that should be taken into account when implementing proven methodologies for projects.

Останнім часом діяльність підприємств та організацій здійснюється в епоху економіки знань і основана на використанні сучасних інформаційних технологій. Інноваційний розвиток управління проектами нездійснений без урахування відкритого простору знань, який базується на можливостях мережі Інтернет. Вихід за корпоративні межі на етапі концептуального планування проекту часом відкриває безпрецедентні перспективи для подальшого розвитку підприємства. Відкриті інновації необхідні для підтримки сталого розвитку будь-якої компанії [1]. З огляду на сучасний стан економіки кожне підприємство потребує супроводу своєї діяльності у вигляді інтегрального інформаційного середовища.

У загальній класифікації проєктів за ступенем новизни виокремлюють такі проєкти: унікальні, модифікаційні й типові. Традиційні, класичні проєкти, описані в більшості друкованих видань з управління проектами, мають кінцеву мету й чітко визначений життєвий цикл, що позначений моментами, коли проєкту ще не існувало й коли проєкту вже не існувало. Проєкт, що розвивається, – це проєкт, який не має кінцевих цілей на момент ініціації [2]. У проєктах, що розробляються, обов'язково з'являються кінцеві цілі, але момент їх появи залежить від ефективності раніше реалізованої діяльності та зовнішніх умов. У межах концепції відкритого проєкту пропонується відмовитися від чітко визначених і незмінних цілей, після досягнення яких проєкт перестає існувати.

У спеціалізованій літературі спостерігається плутанина понять «відкритий проєкт» і «проєкт, реалізований в програмному забезпеченні з відкритим вихідним кодом» [3]. Програмне забезпечення з відкритим

вихідним кодом – це метод розроблення програмного забезпечення, за умови якого вихідний код програми є загальнодоступним для перегляду та модифікації. Відкритий вихідний код випускається або в суспільному надбанні, або під «вільними» ліцензіями, такими як *GNU General Public License* або *BSD License*. Мінімальні обмеження, що не суперечать визначенню (*OpenSource.org*) оболонки відкритого програмного забезпечення, такі як *Linux*, *KDE*, *OpenOffice*, *FreeBSD*, *Apache*, *GNOME*, безумовно, є успішними проєктами в галузі інформаційних технологій, але вони не мають нічого спільного з методологією управління проєктами [4].

Основні сучасні тренди економіки знань і проєктного менеджменту визначено як гнучкість, постійні зміни та адаптивність до них. Постійне вдосконалення корпоративних знань є необхідною умовою для підвищення продуктивності та гнучкості у проєктах розвитку, оскільки на них впливають зміни в підходах до впровадження та розроблення. Потужні сили змінюють економічний і діловий світ, і основними рушійними силами змін є глобалізація, нові технології, посилення конкуренції, зміна вимог клієнтів, економічних і політичних структур. Огляд літератури в базах даних за ключовим словосполученням «управління знаннями» та поєднанням з фразою «управління проєктами» показав, що більшість літератури має практичний, а не теоретичний характер (тобто теорія, основана на знаннях, і теорія, основана на компетентності). Сферу управління проєктами можна розглядати як невід’ємну частину значно ширшого поняття «інтелектуальний капітал», а управління знаннями – це управління інтелектуальним капіталом, контрольованим компанією [5] (*Bettiol, Sedita, 2011*).

Відомо, що управління проєктами – це потужний інструмент змін, який необхідно вивчати й застосовувати на практиці, щоб наше життя стало цікавим і успішним. Метою відбудови України в повоєнний період має стати втілення в життя успішних сучасних системних моделей структур і підприємств, що передбачають активізацію цифрового бачення технологічного майбутнього та перехід звичайних робочих процесів на якісно новий рівень.

Для адекватного реагування на виклики, які набувають постійного характеру для проєктно-орієнтованої організації, необхідно, щоб була визначена унікальна ідентичність компанії. Управління портфелем проєктів має вирішальне значення для успіху підприємств. Воно охоплює такі сфери, як вибір проєктів, їх пріоритизація, розподіл ресурсів та реалізація бізнес-стратегії. Управління проєктами пов’язане із загальною діяльністю

компаній, які також творчо підходять до організації своїх проєктів. Мета адаптації корпоративного управління проєктами полягає в тому, щоб найкращим чином відповідати місії та культурі компанії.

У відкритих проєктах керівництво орієнтовано на постійну зміну їх конфігурації. Отже, майстерність керівника проєкту все більше полягає в здатності відстежувати різноманітні наукові джерела й швидко реагувати на відкриті нововведення. Важливим фактором є те, що інформаційні технології системи передбачають прозорість економічного розвитку, а аналіз даних допомагає вибудовувати найбільш ефективні бізнес-моделі в умовах швидких змін навколишнього середовища. Перспективність інформаційних систем визначається ступенем їх позитивного впливу на підприємство внаслідок використання засобів програмного забезпечення, зміни інформаційних потоків та організаційної структури управління.

Література

1. Бреслав Е.П. Класифікація інвестиційних проєктів з позицій оцінки їх економічної ефективності. Управління проєктами та розвиток виробництва. Збірник наукових праць / За ред. В.А. Рач. 2006. №3(19). С. 86–95.
2. Легомінова С. В. Концептуальні засади стратегічного управління конкурентними перевагами підприємств. Глобальні та національні проблеми економіки: зб. наук. пр. Миколаїв, 2017. №18. С. 250–255.
3. Димо О.Б. Підвищення ефективності управління проєктами розробки програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом: автореферат дис. канд. техн. наук: 05.13.22. захист 12.07.2007.
4. Chow, A. W. Engaging a corporate community to manage technology and embrace innovation / A.W. Chow, B.D. Goodman, J.W. Rooney, C.D. Wyble. // IBM Systems Journal. Vol. 46, No. 4, 2007. P. 639 – 650.
5. Bettiol M., Sedita, S.R. The role of community of practice in developing creative industry projects. International Journal of Project Management. 2011. 29(4). P. 468–479. DOI: 10.1016/j.ijproman.2011.01.007

ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ ВІДБОРУ УЧАСНИКІВ ТРАДИЦІЙНИХ ТА РОЗПОДІЛЕНИХ КОМАНД ІТ-ПРОЄКТІВ

This article compares participant selection models for traditional and distributed IT project teams, highlighting their differences and the challenges associated with them. Traditional models focus on technical skills and interpersonal dynamics within co-located teams. Distributed team models emphasize time zone compatibility, remote communication, and flexibility. The study uses multi-criteria analysis to evaluate the strengths and weaknesses of each approach. The results provide practical recommendations for selecting the most suitable models based on team type. Future research prospects include AI integration for adaptive team formation.

Формування ефективних команд є ключовим фактором успішної реалізації сучасних ІТ-проєктів, що мають високу складність та динамічні вимоги. Актуальність проблеми зумовлена необхідністю підбору спеціалістів, які не тільки володіють необхідними технічними навичками, а й можуть ефективно взаємодіяти в команді з урахуванням організаційних та комунікаційних аспектів. В останні роки стрімкий розвиток технологій сприяв поширенню розподілених команд, які працюють географічно віддалено, синхронно та асинхронно, що накладає нові виклики на процес відбору учасників. Традиційні команди, що працюють в одному офісі, зазвичай підбираються з урахуванням не тільки професійних компетенцій, але й особистісної сумісності та групової динаміки. Натомість розподілені команди потребують додаткового опрацювання таких критеріїв, як часова зона, комунікаційна доступність та технологічна сумісність.

Метою дослідження є порівняння моделей відбору учасників для традиційних та розподілених команд ІТ-проєктів за ключовими критеріями та виявлення їх сильних і слабких сторін з метою розробки рекомендацій для ефективного формування команд залежно від типу проєкту.

Для традиційних команд найбільш поширеними є моделі, засновані на багатокритеріальному відборі кандидатів з акцентом на технічні, управлінські, комунікаційні та лідерські компетенції. Значна увага приділяється психологічній сумісності, груповій динаміці та адаптивності учасників [1].

Також зустрічаються математичні моделі, що враховують максимізацію компетенцій при мінімізації витрат проекту [2].

У розподілених командах застосовують моделі, які додатково враховують часову доступність і географічне розташування членів команди, що важливо для синхронізації роботи та оптимізації комунікацій [3]. Тут застосовуються функціональні моделі з автоматизованим відбором кандидатів на основі критеріїв сумісності за технологіями, часовими зонами та робочим графіком. Актуальним є застосування алгоритмів штучного інтелекту для формування команд із урахуванням різних характеристик [4].

Перевагою традиційних моделей є глибоке вивчення внутрішньої групової динаміки, проте вони обмежені в застосуванні до географічно розподілених команд. Розподілені моделі ефективні у масштабуванні та гнучкості, проте можуть недооцінювати особистісну сумісність та неформальні аспекти командної роботи.

Для порівняння моделей відбору учасників були обрані такі критерії: технічні компетенції, управлінські навички, комунікаційні здатності, лідерські якості, географічна та часова сумісність, адаптивність, а також витрати на формування команди. Аналіз проводився шляхом систематизації характеристик моделей, їх функціональних можливостей, а також врахування практичної доцільності в контексті типу команди. Результати наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз моделей відбору учасників традиційних та розподілених команд ІТ-проектів

Критерій	Традиційні команди	Розподілені команди
Технічні компетенції	Основний акцент	Основний акцент
Управлінські навички	Високий рівень важливості	Враховуються із урахуванням дистанції
Комунікаційні здатності	Аналіз на основі особистого контакту	Ключовий критерій (онлайн-комунікації)
Лідерські якості	Важливі для підтримки групової динаміки	Важливі для координації дистанційної роботи
Географічна доступність	Неактуальна	Ключовий фактор
Часова сумісність	Не враховується	Враховується для оптимізації роботи
Адаптивність	Оцінюється через групову динаміку	Оцінюється з урахуванням віддаленості
Вартість формування	Відносно нижча	Вища через організаційні витрати

Для традиційних команд характерна модель багатокритеріального підбору з істотним акцентом на внутрішню групову динаміку та психологічну сумісність, що забезпечує стабільність і координацію. Моделі розподілених команд часто базуються на цифрових алгоритмах з урахуванням часових зон, географії та технічних можливостей для мінімізації ризиків та забезпечення гнучкості роботи [3].

Отримані результати свідчать, що традиційні моделі є оптимальними для формування стабільних та згуртованих команд у межах одного робочого простору, де живе комунікація відіграє важливу роль. Розподілені моделі, навпаки, краще пристосовані до сучасних вимог дистанційної співпраці, але вимагають застосування додаткових технічних засобів для корекції комунікаційних бар'єрів.

Сильними сторонами традиційних моделей є глибока робота з психологічними та комунікаційними аспектами, слабкими – обмеженість у віддалених умовах. Розподілені моделі мають перевагу у масштабованості та гнучкості, але можуть недооцінювати особистісні аспекти командної роботи.

Практичні рекомендації: для традиційних команд рекомендується використовувати багатокритеріальні моделі з акцентом на групову динаміку; для розподілених – впроваджувати автоматизовані та AI-підсилені алгоритми з урахуванням часових і географічних характеристик.

Порівняння моделей відбору учасників показало, що ефективність формування команди залежить від типу організації роботи: традиційна або розподілена. Запропоновані критерії та методи аналізу допомагають адаптувати підбір до специфіки проєкту. Обмеженням дослідження є використання загальних моделей без узагальнення для специфічних галузей. Перспективою подальшого дослідження є інтеграція штучного інтелекту для адаптивного підбору учасників з динамічним урахуванням змінних параметрів проєкту, а також розробка нових критеріїв, які б включали соціально-психологічні та крос-культурні аспекти дистанційної роботи.

Література

1. Сушко Г.В., Баландин Д.С. Розробка інформаційної технології для формування команди IT-проєкту // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. – 2023. – №1(7). – С. 76–85. –

Режим доступу: <http://pm.khpi.edu.ua/article/view/290053/283533>
(дата звернення: 05.08.2025).

2. Ратушняк О.Г. Особливості формування команд проєкту: загально-інформаційна модель // Геральдика Хмельницького національного університету. – 2024. – Вип. 1(18). – С. 10–24. – Режим доступу: <https://heraldes.khmnu.edu.ua/index.php/heraldes/article/download/1667/1703/5118> (дата звернення: 05.08.2025).
3. Гладка М., Кучанський О., Лісневський Р. Формування команд для реалізації ІТ-проєктів на основі моделі обмеженої раціональності // Управління розвитком складних систем. – 2021. – Вип. 48. – С. 17–23. DOI: 10.32347/2412-9933.2021.48.17-23.
4. Васьків Р., Веретеннікова Н. Модель процесу ІТ-розроблення з процедурами оптимального вибору розподіленої проєктної команди // Наукові публікації. – 2024. – Режим доступу: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2024/nov/36470/241164maket4-222-238.pdf> (дата звернення: 05.08.2025).

Воловецький В.Б.¹, Фрідман О.А.², Щирба О.М.³, Романишин Ю.Л.⁴

¹*«Науково-дослідний інститут транспорту газу» АТ Укртрансгаз»*

²*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

³*«Науково-дослідний інститут природних газів» АТ Укргазвидобування»*

⁴*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

ВИЛУЧЕННЯ НАКОПИЧЕНОЇ РІДИНИ ЗІ СВЕРДЛОВИН ТА ШЛЕЙФІВ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

The complications that occur during the operation of wells in depleted gas condensate fields, in particular, the accumulation of fluid at the bottom hole and in the internal cavity of the flowlines, are considered. An automated system for supplying a solution of surfactants to remove fluid from wells and flowlines is proposed.

Під час експлуатації свердловин виснажених газових і газоконденсатних родовищ виникають складнощі, зокрема накопичення рідини як на вибої, так і у внутрішній порожнині шлейфів, що негативно впливають на процес видобутку вуглеводнів. Від оперативності усунення ускладнень безпосередньо залежить продуктивність свердловин і обсяг видобутку. У зв'язку з цим необхідний комплексний підхід, що передбачає детальний аналіз проблем і пошук альтернативних рішень.

З літературних джерел відомо, що вилучити рідину зі свердловин та шлейфів на газоконденсатних родовищах можна за допомогою впровадження різних методів і технологій. На практиці продувають свердловини (через сепаратор, ежектор, сифонні труби тощо); замінюють колони ліфтових труб на труби меншого діаметра; застосовують розчин і тверді поверхнево-активні речовини (ПАР); використовують плунжерні піднімачі; впроваджують газліфтну експлуатацію тощо [1, 2]. Особливу увагу необхідно приділити забезпеченню стабільної експлуатації свердловин на виснажених родовищах, що вимагає впровадження невідкладних заходів. Одним з ефективних заходів є автоматизація технологічного процесу видобутку вуглеводнів із свердловин.

Газорідинний потік, що надходить від свердловин, транспортується шлейфами до установки підготовки газу (УПГ). У процесі експлуатації свердловин у стовбурах і шлейфах можуть накопичуватися різноманітні забруднення. Зазвичай вони є багатокомпонентною сумішшю, що містить пластову та конденсаційну воду, вуглеводневий конденсат, механічні домішки,

солі, метанол тощо. Наявність забруднень спричиняє відхилення експлуатаційних параметрів від установленого технологічного режиму, що призводить до збільшення гідравлічного опору і, як наслідок, зменшення видобування вуглеводнів [3, 4]. На основі аналізу експлуатаційних параметрів та розрахункового визначення об'ємів накопиченої рідини персонал ухвалює рішення щодо використання розчину поверхнево-активних речовин і визначає його необхідний об'єм. За умови виникнення ускладнень, пов'язаних зі зниженням видобутку газу або зростанням перепаду тиску у свердловині та/або шлейфі понад допустиме технологічним режимом значення, персонал може скоригувати об'єм подачі розчину ПАР, збільшити або зменшити його залежно від потреби.

Для розв'язання поставленого завдання запропоновано автоматизувати подання розчину поверхнево-активних речовин на основі аналізу режимів експлуатації свердловин. Додатково передбачено проведення розрахунків для визначення об'ємів накопиченої рідини в стовбурі та/чи у шлейфі.

Для впровадження запропонованого технологічного рішення необхідно організувати збирання та архівування достовірних експлуатаційних параметрів свердловин у режимі реального часу. Це можна забезпечити, зокрема, встановленням давачів тиску й температури як на гирлі свердловини, так і на вхідних газопроводах УПГ. На основі отриманих експлуатаційних параметрів, використовуючи відомі методики чи спеціалізоване програмне забезпечення, персонал виконує розрахунки, щоб визначити гідравлічний опір ліфтових колон і шлейфів, об'єми накопиченої рідини в стовбурі та/або шлейфі, а також об'єм розчину ПАР для її вилучення [5]. Якщо результати обчислень підтверджують накопичення рідини в стовбурі свердловини та/або у внутрішній порожнині шлейфу (особливо за умови значної довжини шлейфів і наявності понад двох понижених ділянок, у яких можливе періодичне накопичення рідини, що створює додаткові місцеві опори), необхідно подавати розчин ПАР у затрубний простір або шлейф. Для цього запропоновано автоматизований комплекс подання (АКП) розчину ПАР у свердловину та/або шлейф, який доцільно розмістити на гирлі.

Застосування АКП дає змогу підвищити продуктивність свердловин і запобігти зростанню витрат тиску понад значення, передбачене технологічним режимом. Періодичність та об'єм подання розчину ПАР для вилучення рідини має визначати персонал, який задає відповідні значення в систему АКП для автоматизації процесу подання поверхнево-активних речовин.

Технічний результат полягає в забезпеченні стабільної експлуатації свердловин за умов виникнення рідинних накопичень у стовбурі та шлейфі. Це досягається дозованим поданням розчину ПАР, що сприяє вилученню рідини за допомогою енергії газорідинного потоку від вибою до УПГ.

Перевагою такого підходу є можливість дозовано подавати розчин поверхнево-активних речовин окремо в затрубний простір свердловин чи у шлейф. На основі аналізу експлуатаційних параметрів і виконаних розрахунків можна оптимізувати процес подання розчину, що дає змогу запобігати накопиченню рідини як у стовбурі свердловини, так і в порожнині шлейфа.

Упровадження автоматизованого процесу подання розчину ПАР на виробництві забезпечить стабільну експлуатацію свердловин як на газових і газоконденсатних родовищах, так і на підземних сховищах газу.

Література

1. Довідник з нафтогазової справи / за заг. ред. докторів технічних наук Бойка В.С., Кондрата Р.М., Яремійчука Р.С. К.: Львів. 1996. С. 620.
2. Воловецький В.Б., Коцаба В.І., Витязь О.Ю., Щирба О.М., Дьомін А.В., Гнітко А.В., Василенко С.В. Технології видалення рідини із газових та газоконденсатних свердловин. Нафтогазова енергетика. 2016. №2 (26). С. 19–34.
3. Воловецький В.Б. Видалення рідинних забруднень зі свердловин і трубопроводів системи збирання та підготовляння газу. Інформатика, управління та штучний інтелект (ІУШІ – 2020): тези VII Міжнародної науково-технічної конференції, 17–19 листопада 2020. Харків: НТУ «ХПІ», 2020. С. 9–10.
4. Воловецький В., Дорошенко Я., Щирба О. Моніторинг гідравлічного опору ліфтових колон і трубопроводів системи збирання та підготовляння газу. Контроль і управління в складних системах (КУСС-2020): тези доповідей XV Міжнародної конференції, 8–10 жовтня 2020. Вінниця: ВНТУ, 2020. С. 131.
5. Volovetskyi V.B., Doroshenko Ya.V., Kogut G.M., Rybitskyi I.V., Doroshenko J.I., Shchyrba O.M., Developing a complex of measures for liquid removal from gas condensate wells and flowlines using surfactants, Archives of Materials Science and Engineering 108/1 (2021) 24–41. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.0250>

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

In today's digitalized and increasingly competitive environment, effective business process design is becoming critical to ensuring the agility and competitiveness of enterprises. The article highlights the evolution of approaches from functional organization to process-oriented management (BPM) and current trends that focus on customer focus, digital transformation, and automation. The author shows the interconnection of different concepts and how the development of business processes reflects changes in management strategies in a changing business environment.

Сучасне динамічне середовище, в якому сьогодні існують підприємства, змушує бізнес щоденно відповідати на виклики конкуренції, цифровізації, нестабільності ринків, постійно зростаючих вимог клієнтів та ризики зовнішнього і внутрішнього оточення. В таких умовах проєктування бізнес-процесів підприємства, як основи його діяльності, має критично важливе значення і забезпечує ефективність функціонування цього підприємства.

Існує багато трактувань терміну «бізнес-процес». Наприклад, англійські дослідники Томас Девенпорт і Джеймс Шорт визначають бізнес-процес як певний набір логічно пов'язаних дій, що виконуються задля досягнення певного результату на «виході» бізнес-діяльності [1, 2], а Майкл Хаммер розширює дане визначення, уточнюючи, що бізнес-процес є комплексом різних видів економічної діяльності, «на вході» якого використовуються необхідні ресурси, а «на виході», в результаті проведення виробничо-господарської діяльності для споживачів виникає певна цінність [1]. Схоже визначення подають М. Портер та В. Міллар, які визначають бізнес-процес як комплекс видів господарської діяльності, що використовують організаційні ресурси з метою створення цінності товарів чи послуг та визначаються точками «входу» і «виходу» [1; 3]. Дещо простіше це визначення сформульовано німецьким вченим Августом-Вільгельмом Шеєром, де бізнес-процес – це сукупність взаємопов'язаних функцій, що періодично повторюються та перетворюють вхідний матеріал чи інформацію в кінцевий продукт (послугу) у відповідності із певними визначеними правилами [1]. Як результат узагальнення різних поглядів на трактування даного терміну можна привести визначення авторів [1], що бізнес-процес – це «сукупність певних дій, успішне здійснення

яких призводить до перетворення вхідних ресурсів (сировини, матеріалів, інформації) до вихідних результатів (готової продукції чи послуг) з подальшою їх реалізацією аж до виникнення цінності та отримання чистого прибутку». Ці визначення лише підтверджують, що бізнес-процеси – це не просто сукупність дій чи операцій. Вони є основою діяльності будь-якого підприємства, визначаючи спосіб створення ним цінності, використання ресурсів, забезпечення якості продукції чи послуг, а також вибору інструментів для досягнення стратегічних і тактичних цілей. Відповідно підхід до їх аналізу, розробки, оптимізації та впровадження безпосередньо впливає на конкурентоспроможність, гнучкість і здатність підприємства швидко адаптуватися до змін. Тож проєктування бізнес-процесів можна визначити і як технічний інструмент оптимізації, і як стратегічний індикатор зрілості управління. А правильний його вибір дозволяє підприємствам ефективно управляти цими процесами, тим самим переходити від хаотичної діяльності до системної.

На сьогодні існує низка методологій та концепцій до проєктування бізнес-процесів, кожна з яких має переваги, обмеження та певні умови і вимоги для більш ефективного застосування. Їх розвиток відображає еволюцію управлінських поглядів на організацію роботи та управління: від зосередженості на окремих функціях, до цілісного бачення потоків створення цінності. Відповідно можна виділити два головні підходи, що відображають дві принципово різні організаційні логіки: функціональний та процесний. Ці підходи є стратегічною парадигмою, або рамкою мислення, яка визначає на чому саме організація буде фокусуватися при проєктуванні бізнес-процесів, обираючи відповідні інструменти (методології, концепції), для безпосереднього проєктування чи моделювання бізнес-процесів.

Функціональний підхід заснований на роботах Ф. Тейлора та А. Файоля (початок XX століття – 1960-ті роки). Автори робили акцент на розподілі організації за функціями, де кожен підрозділ відповідає за певний етап процесу, а також на стандартних процедурах і контролі. Кожен відділ організовує та оптимізує свою діяльність ізольовано від інших, через що процеси організації в цілому є розірваними. Тому проєктування бізнес-процесів зводиться до оптимізації завдань усередині певного функціонального відділу.

Згодом підхід піддається критиці через надмірну формалізацію, зосередженість на внутрішніх показниках відділів замість клієнтоорієнтованого напрямку, бюрократію, розмитість відповідальності за весь процес (від початку до кінця), що позначалось на якості кінцевого продукту. Ці фактори зумовили розвиток *процесного* підходу, який зароджується ще на початку XX століття,

але поштовх до розвитку отримує у 1950-60-ті роки із розвитком концепції автоматизації і оптимізації виробничих процесів. А також концепції якості і безперервного вдосконалення критично важливих процесів у філософії загального управління якістю (TQM), Едварда Демінга. Поступово формується системний процесний підхід, де організація розглядається не як функціональна вертикаль з окремих функцій чи підрозділів, а як сукупність взаємопов'язаних горизонтальних наскрізних процесів. Принципи концепції якості та оптимізації зрештою еволюціонували у формалізовані міжнародні стандарти якості ISO 9000. В 1990-ті роки з'явилась концепція радикального перепроєктування або реінжинірингу процесів (BPR – Business Process Reengineering), яку представили М. Хаммер та Дж. Чампі, а згодом продовжив Томас Девенпорт в контексті впливу технологій на процесне вдосконалення. Концепція реінжинірингу процесів була сприйнята як «революційний» підхід, що ламав функціональні бар'єри, а також став дійсно еволюційним переломом у мисленні. В цей період відбувається вкорінення ідеї наскрізних бізнес-процесів як базису організаційного вдосконалення та основи бізнес-управління [4].

Завершальними роками для формалізації процесного підходу та системної інтеграції процесів BPM (Business Process Management), яка трансформувалась із концепції BPR, можна вважати 2000-ні. Управління бізнес-процесами стає окремою управлінською дисципліною, що об'єднує методи моделювання процесів і загальну філософію процесного підходу як управлінської концепції. Процесний підхід отримує широке використання у стандартах (ISO 9001:2000), а з розвитком відповідних систем автоматизації активно застосовує ІТ-інструменти.

Отже, процесний підхід сформувався як відповідь на потребу систематизації, оптимізації і покращення управління підприємством (зумовлене необхідністю підвищення ефективності, якості та адаптивності до змін), через аналіз, моделювання і реінжиніринг бізнес-процесів з наступним переходом до комплексного управління бізнес-процесами в рамках BPM та стандартів якості. Але буде помилковим вважати, що процесний підхід замінив функціональний. Відбулося доповнення та переосмислення підходу до побудови бізнес-процесів та управління ними. Процесний підхід забезпечив горизонтальну інтеграцію та оптимізацію, дозволяючи функціональним підрозділам ефективніше співпрацювати для досягнення спільних бізнес-цілей [4].

Щодо питання сучасного погляду на проєктування бізнес-процесами, слід зазначити, що після формування процесного підходу як домінантної парадигми, більшість нових напрямків не стали альтернативою процесному підходу [5]. Вони – тематичні або технологічні розширення, що відповідають сучасним запитам бізнесу та суспільства (Таблиця 1).

Таблиця 1. Напрямки сучасного проєктування бізнес-процесів в умовах цифровізації (сформовано автором на підставі [4; 5])

Фокус		Приклад напрямку/підходу
Поглиблення процесного підходу		BPM, LEAN, Agile BPM
Фокус на людину чи клієнта		Human-Centered BPM, Customer Journey Mapping (CJM)
Фокус на цінність		Lean, Value Stream Mapping (VSM)
Адаптація процесного підходу до умов:	цифровізації	Digital Process Automation (DPA), Low-code BPM, Cloud-based BPM, Cognitive BPM, AI-Driven BPM, Process Mining, IoT-Enabled BPM, RPA (Robotic Process Automation), Real-Time BPM, Event-Driven BPM, Intelligent BPM (iBPM)
	гнучкості	Agile BPM, DevOps BPM
	сталого розвитку	Sustainable BPM, Green BPM
	кризових умов або невизначеності	Resilient BPM

Епоха стрімкого розвитку цифрових технологій змінила погляд на бізнес-процеси загалом. Тепер вони розглядаються не з позиції документування, стандартизації та оптимізації структурованої послідовності дій, а як динамічні, адаптивні системи, що мусять реагувати на зміну контексту в режимі реального часу: від фіксованої логіки до гнучких сценаріїв, від «проєктування за моделлю» до «проєктування на основі даних», від ручного налаштування до самонавчальних процесів, від централізованого управління до розподілених цифрових екосистем (блокчейн, DeFi, MPC), від оптимізації витрат до створення цифрової цінності.

Література

1. Павлюк Л.В. Оксенюк К.І. Теоретичні основи дослідження бізнес-процесів на підприємстві. *Економічний форум* : наук. журн. 2017. №4. С. 148–151.
2. Davenport T. H., Short J. E. The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. *Sloan Management Review*, 1990, (Summer). P. 11–27.
3. Porter M. E., Millar V. E. How Information Gives You Competitive Advantage. *Harvard Business Review*, 1985. 85, (July–August). P.p. 149–160.
4. Тур О.В., Матусевич А.С. Управління бізнес-процесами на підприємстві. *Ефективна економіка*: електронне видання. 2018, №6 URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2018/59.pdf (дата звернення: 11.07.2025).
5. Головка, О., & Ткаченко, Ф. (2025). Цифровізація бізнес-процесів: передумови та тенденції. Управління розвитком складних систем, (62), 62–71. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.62.62-71>

МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ Й ПРОЦЕСАМИ В ТОРГОВЕЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ

The analysis of project and process management methods in commercial organizations allows us to conclude that the methodological framework in the context of project and process management is multifaceted and offers a wide range of possibilities.

Діяльність торговельних організацій відбувається в умовах постійних змін тенденцій ринку, запровадження цифрових технологій в усіх сферах бізнесу, зростання конкуренції, що вимагає від компаній реалізовувати успішні проєкти. Проєктна діяльність в галузі торговельних організацій охоплює широкий спектр ініціатив – від використання новітніх технологій, розширення асортименту продукції, оптимізації ланцюгів постачання до відкриття нових торгових об'єктів. З огляду на складність проєктів, необхідність постійного вдосконалення процесів і викликів середовища вибір відповідних методів управління проєктами й процесами стає ключовим фактором успіху. Автори роботи [1] запропонували такі методи управління бізнес-процесами:

– процесний підхід, що передбачає використання низки міжнародних стандартів, які належать до контролю якості – серій ISO 9000, ISO 9001 та технологій управління – *Total Quality Management* (TQM, тотальне управління якістю), *Process Integrated Quality System* (PIQS, інтеграція системи якості з бізнес-процесами), *Business Process Management System* (BPMS, система управління бізнес-процесами), *Enterprise Resource Planning* (ERP, планування ресурсів), BI та аналітика (*Business Intelligence*), *Warehouse Management System* (WMS, системи управління складами), *Transport Management System* (TMS, системи управління вантажоперевезеннями), *Electronic Data Interchange* (EDI, системи електронного обміну даними);

– маркетингове управління в поєднанні з процесним підходом, що застосовує CI-безперервне вдосконалення, реінжиніринг, перепроєктування, бенчмаркінг [1].

Метод ФВА проєктні менеджери впроваджують для аналізу показників ефективності виконання оптимізаційного процесу з подальшим визначенням впливу оптимізованого процесу на результативність проєкту, а основна функція

АВС-аналізу полягає у виявленні найбільш ефективних, економічно виправданих видів діяльності організації. FAST-метод допомагає швидко провести аналіз та прийняти управлінське рішення щодо ризиків, які знижують цінності бізнес-процесів [2].

За стандартами ISO 9000:2015 *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary* (відповідний національний стандарт ДСТУ EN ISO 9000:2022 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів) та ISO 9001:2015 *Quality management systems – Requirements* (національний стандарт ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю), які подають ключові поняття, принципи, терміни щодо систем управління якістю та сприяють запровадженню процесного підходу під час розроблення, запровадження та покращення результативності системи управління якістю з метою підвищення задоволеності замовника виконанням його вимог.

Серед сучасних методів можна виокремити FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), що є доволі точним інструментарієм для оцінювання ризиків та в основі якого лежить структурований підхід до покращення якості операційних процесів, продукції або послуг [3]. TQM забезпечує постійність процесу вдосконалення управлінням бізнес-операціями, який спрямований на підвищення якості результатів діяльності торгової організації з орієнтиром на кінцевого споживача. BPMS, ERP є програмними продуктами, які забезпечують управління організації від оптимізації бізнес-процесів до координації підрозділів та видів діяльності в межах підприємства, такі як виробництво, управління запасами, постачання, логістика, дистрибуція, бухгалтерський облік тощо. WMS- та TMS-програми призначені, відповідно, для управління процесами складського вантажоперероблення в режимі реального часу та допомагають ефективно управляти процесами вантажоперевезень (від планування маршрутів, відстеження вантажів і транспорту до розрахунків витрат на доставку) [4].

Якщо метод перепроєктування застосовують для вдосконалення ефективних процесів на вимогу змін і потреб клієнта (споживача) або для отримання конкурентних переваг, то мета методу бенчмаркінгу – порівняти господарські процеси організації з еталонними та виявити підстави кращого функціонування бізнес-процесів таких організацій, запровадити механізми уникнення розбіжностей із ними, натомість метод реінжинірингу бізнес-процесів передбачає їх повне оновлення для досягнення кращих показників щодо адаптивності підприємства до змін потреб споживачів, вартості, якості продукції та обслуговування, продуктивності.

Вибір методу управління процесами залежить від багатьох факторів, зокрема характеру товарообігу, рівня конкуренції, швидкості змін у споживчому попиті, сезонності, логістичних викликів та масштабу торговельної мережі. Автори дослідження [5] проаналізували наукові роботи та визначили такі методи управління проєктами в торговельних організаціях:

- фінансовий та економічний аналіз, що дає змогу оцінити фінансову стійкість, рентабельність та економічну придатність проєкту;
- стратегічний аналіз, який визначає відповідність проєкту стратегічним цілям компанії;
- ризик-менеджмент, що дає змогу проаналізувати основні проєктні ризики торговельних організацій і забезпечити відповідні заходи з мінімізації загроз;
- оцінювання ефективності портфеля проєктів, що допомагає ранжувати проєкти за пріоритетом, перерозподіляти ресурси й балансувати між ризиками та очікуваним прибутком;
- адміністративне управління, що забезпечує формування чіткої організаційної структури, розподіл відповідальності та контроль за дотриманням термінів, бюджету, якості виконання робіт;
- автоматизація та цифровізація проєктної діяльності, що сприяє прозорості, контролю та інтеграції процесів у режимі реального часу;
- управління стейкхолдерами, який дає змогу виявляти, аналізувати та покращувати комунікацію із стейкхолдерами проєкту щодо їх очікувань;
- SWOT-аналіз, що допомагає виявити переваги й недоліки проєкту, а також зовнішні можливості та загрози ще на початкових етапах реалізації;
- моделювання бізнес-процесів, яке дає змогу візуалізувати аналіз та оптимізаційні процеси проєкту;
- метод критичного шляху (CPM) та метод PERT, що сприяють ефективному плануванню складних проєктів, точному визначенню термінів виконання тощо.

Серед традиційних методів управління проєктами, зокрема й торговельних організацій, є *Waterfall* (водоспад). Цей метод вважають більш консервативним, де відхилення від запланованих параметрів призводить до ризиків у досягненні успішності та вчасному виконанні проєкту. Ще одним класичним методом є PRINCE2, що має складну архітектуру та чітку ієрархію команди, постійно потребує економічного аналізу проєкту.

Проєктні менеджери нині все більше впроваджують гнучкі методи управління проєктами, зокрема *Scrum*, *Kanban*, *Agile*, що дають змогу швидше реагувати та адаптуватися до змін і загроз оточення проєкту, ефективно

використовувати його ресурсний потенціал. Наприклад, *Scrum* орієнтований на регулярні зустрічі, чітке розмежування ролей (*Product Owner*, *Scrum Master*, команда) і на результат у межах коротких ітерацій. *Kanban* забезпечує візуалізацію робочого процесу та контроль за навантаженням команди. *Agile* допомагає оперативно впроваджувати інновації, покращувати сервіс, тестувати гіпотези в реальному часі та зменшувати втрати, пов'язані з невдалим плануванням на перспективу. Перелічені методи особливо ефективні для торговельних організацій, де середовище постійно змінюється, а потреби споживачів швидко еволюціонують. Як результат, проєкти виконують швидше, з меншою кількістю помилок і з вищим рівнем залученості стейкхолдерів.

Поява *ChatGPT* здійснила певний прорив для можливостей проєктної діяльності в контексті оптимізації процесів та ефективності комунікацій команди проєкту.

Отже, уміння керівника проєкту обґрунтовано обирати метод управління проєктами та процесами сприятиме ефективності командної роботи, успішному результату та досягненню стратегічних цілей організації.

Література

1. Шарко В.В., Нікітішин А.О. Управління бізнес-процесами підприємства: процесний підхід. *Вісник Хмельницького національного університету* 2020, № 4, Том 2. 268–273. DOI: 10.31891/2307-5740-2020-284-4(2)-46
2. Гончарова О.М. Реінжиніринг бізнес-процесів як спосіб підвищення ефективності управління. *Ефективна економіка* № 2, 2012. Електронний журнал. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=943>
3. FMEA Інструмент виявлення ризиків, оцінка якості процесів. URL: <https://smart-eam.com/ua/news/instrument-vyjavlenija-riskov-ocenka-kachestva-processov/>
4. WMS Логістика. Управління складом. URL: <https://tqm.com.ua/ua/sectors/wms-logistika>
5. Михелєв І.Л., Гулич В.В. Проєктно-процесне управління організаціями. *Управління розвитком складних систем*, Київ, 2025. № № 61. С. 86 – 92, [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2025.61.86-92](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.61.86-92)

Гусєва Ю.Ю.¹, Доценко Н.В.¹, Некрасов І.Б.², Чумаченко І.В.¹

¹Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

²Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки
Збройних Сил України

ІНТЕГРАЦІЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В МЕТОДОЛОГІЮ EARNED VALUE MANAGEMENT: КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ТА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ

In the context of growing global demand for integrating sustainability principles into project management, there is an urgent need to update traditional approaches to performance evaluation. This analysis highlights the gap between sustainability rhetoric and its practical implementation in project management. The traditional Earned Value Management (EVM) approach focuses solely on time, scope, and cost, overlooking the environmental, social, and economic dimensions of sustainability. The study concludes that further research is needed to develop tools for the quantitative assessment of sustainability in the project environment.

Зі зростанням значення сталості в секторі проєктного менеджменту виникає гостра потреба в застосуванні управлінських технік для досягнення цілей сталості. Традиційні інструменти вимірювання ефективності сталості та ініціатив у проєктах є недостатніми. Класичний *Earned Value Management* (EVM) вимірює час, вартість і обсяг робіт, але не був повністю адаптований для вимірювання цілей сталості.

Аналіз останніх досліджень, зокрема [1, 2], дає змогу сформулювати ключові висновки.

1. Проєктний менеджмент як «транспортний засіб для змін»: проєкти є ключовим інструментом для компаній у реагуванні на ринкові зміни, технологічні досягнення, конкуренцію, регулювання та суспільний тиск; проєктний менеджмент відіграє життєво важливу роль у сприянні сталому розвитку організацій та суспільства.

2. Розрив між сприйняттям і використанням сталості: існує значний розрив між сприйняттям важливості сталості та її фактичним застосуванням у практиці проєктного менеджменту, а також у можливостях для впровадження вимірювань і технік, що дають змогу позитивно впливати на проєкт та зацікавлених сторін.

3. Відсутність інструментів для вимірювання сталості: незважаючи на визнання терміновості сталості, наявні стандарти проєктного менеджменту (наприклад, PMI, APM) не беруть до уваги це питання явно та кількісно.

Широко прийняте визначення сталості, або сталого розвитку, розроблене Всесвітньою комісією з навколишнього середовища та розвитку, формулюється як «розвиток, який задовольняє потреби сучасності, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби». Компоненти сталості в проєктному менеджменті зображено на рис. 1.

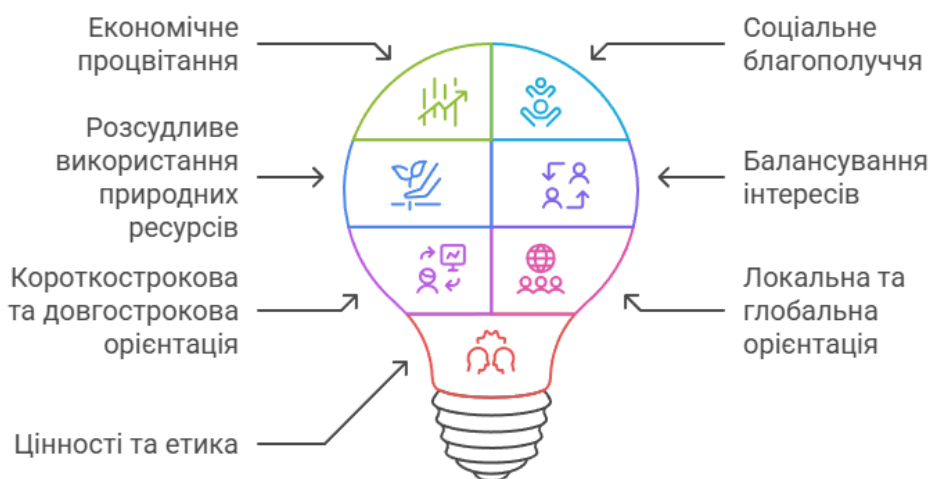


Рис. 1. Компоненти сталості в проєктному менеджменті

На підставі аналізу наявних досліджень нерозв'язані питання та напрями для подальших досліджень у сфері управління проєктами зі сталого розвитку можна сформулювати так.

1. Відсутність комплексних інструментів для оцінювання сталості: існує помітний брак універсальних інструментів для вимірювання ефективності цілей та ініціатив сталого розвитку в проєктах. Концептуальна рамка *Earned Green Value Management* (EGVM) [1] була розроблена як теоретична основа, що вказує на необхідність її подальшої операціоналізації та верифікації для створення повного та досконалого інструменту.

2. Інтеграція сталості в стандарти управління проєктами: хоча такі організації, як PMI та APM, визнають важливість сталості, чинні стандарти управління проєктами явно не стосуються цього питання; необхідно розробити нові інструменти та показники ефективності для вимірювання досягнення цілей сталого розвитку.

3. Відсутність уніфікованого підходу: дослідження виявили, що наразі не існує підходу, який би уніфікував *Earned Value Management* (EVM) та сталість в управлінні проєктами; це наголошує на потребі в теоретичному обґрунтуванні для адаптації методів управління проєктами до викликів сталості.

4. Проблеми з об'єктивністю та монетизацією: наявні методи вимірювання та відстеження ефективності сталості часто є якісними й суб'єктивними; монетизація екологічної та соціальної цінності залишається вкрай складною, що обмежує практичність таких процедур через невизначеність, нестабільність та можливу недоступність інформації про зовнішні витрати.

5. Недостатність визначених компетентностей проєктних менеджерів: наразі недостатньо досліджень для ідентифікації та характеристики набору компетентностей, які проєктні менеджери мають набути для ефективного управління сталим розвитком.

6. Врахування всіх атрибутів сталості: подальші дослідження можуть бути спрямовані на розширення набору атрибутів, які не були взяті до уваги в поточних моделях, щоб забезпечити більш повну оцінку сталості.

7. Комплексне оброблення взаємних впливів: існує проблема, коли деякі показники можуть впливати на два або навіть на всі три стовпи сталості (екологічний, соціальний, економічний), але в наявних дослідженнях вони часто призначаються лише одному стовпу. Потребує подальшого уточнення методологія, щоб краще зважати на інтегровані впливи.

Отже, у сучасному проєктному менеджменті спостерігається критичний розрив між визнанням важливості сталого розвитку й наявністю інструментів для його кількісного вимірювання. Традиційний EVM не охоплює соціальні й екологічні цілі, що зумовлює потребу в інтеграції нових підходів, як-от EGVM. Водночас відсутність формалізованих методик, складність оцінювання немонетарних ефектів і нестача відповідних компетентностей у менеджерів гальмують практичну реалізацію сталості в проєктах, програмах і портфелях.

Дослідження профінансовано МОН України в межах дослідницького проєкту 0125U001544 з теми «Методологія забезпечення процесів моніторингу та контролю виконання портфелів проєктів та програм для проєктних офісів в умовах відбудови України».

Література

1. Feinbach F., Moehler R. Integrating sustainability in Earned Value Management: Conceptual framework and exploratory case study // *Journal of Cleaner Production*. – 2019. – Vol. 234. – P. 34–46. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.05.079
2. Lin Y.-C., Chang Y.-C., Lin C.-H., Nguyen L. T. Fuzzy green value method for evaluating the sustainable performance of building projects // *Environment, Development and Sustainability*. – 2023. – DOI: 10.1007/s10669-023-09913-2

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОЄКТИ: СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

An analysis of the existing air quality monitoring system in the Kharkiv region was conducted. As part of the implementation of the project «Air Quality Index Visual Map», initial data were obtained for a retrospective analysis to assess the environmental status of the region. It was noted that the complexity of solving monitoring problems in the context of military operations and limited budgets requires new approaches, such as the use of geospatial analysis methods.

Стрімка урбанізація останніх десятиріч спричинила значне забруднення повітря в багатьох міських районах, що негативно впливає не лише на умови життя та здоров'я населення, а й на екосистеми загалом [1]. Погіршення якості повітря пов'язують насамперед із зростанням концентрації дрібнодисперсних частинок (PM_{2.5}, PM₁₀) і шкідливими газами (NO₂, сполуками CO). Зокрема розсіювання PM_{2.5} в атмосфері становить значний ризик для здоров'я людини та стану навколишнього середовища. Їх висока проникна здатність і складний хімічний склад, що значно варіюється залежно від джерела (транспорт, промислова діяльність, опалення, природні явища, бойові дії тощо), визначають токсичний вплив PM_{2.5} на організм людини. Так, доведено негативний ефект на ниркову, нервову, шлунково-кишкову, репродуктивну системи людини, що спричиняє загострення алергічних реакцій, збільшення кількості захворювань дихальної та серцево-судинної систем [1, 2]. Усе це наголошує на необхідності постійного моніторингу атмосферного повітря для виявлення джерел PM_{2.5} і розуміння закономірностей їх просторового розподілу.

Сучасне законодавство щодо контролю якості повітря, зокрема європейських країн, побудовано на принципах постійного моніторингу й оцінювання його стану на пунктах спостереження. Ці пункти утворюють певну мережу в межах не лише окремої агломерації, але й країни загалом [3, 4]. Крім того, завдяки спільним зусиллям агентств з охорони довкілля (ЕРА) різних країн реалізовано проєкт Всесвітнього індексу якості повітря (<https://aqicn.org/map/ukraine/uk/>), в якому беруть участь понад 500000 станцій контролю з усього світу. Вони розміщують результати спостережень на «Візуальній карті індексу якості повітря», де для забезпечення високої узгодженості показників публікують результати вимірювання концентрації

твердих частинок (PM_{2,5} / PM₁₀) в реальному часі. Результати узагальнюють у індекс якості повітря (AQI – *Air Quality Index*), що розраховують по кожній станції, ґрунтуючись на стандарті *Instant-Cast* від EPA США.

З огляду на це ще 2021 р. у м. Харків затверджено «Програму державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря для Харківського регіону» на 2021–2025 рр., дію якої подовжено до 2028 р. Відповідно до цієї програми наявну систему моніторингу, яка станом на 30.06.2021 р. містила 68 пересувних пунктів спостереження, розташованих здебільшого біля автодоріг, планувалося розширити, доповнити стаціонарними та мобільними пунктами спостереження [4].

Станом на кінець 2024 р. зареєстровано сім стаціонарних пунктів у трьох районах Харківської обл.: в Харківському (три станції в м. Харків і станція в с. Солоницівка), частково в Чугуївському (станції в с. Лиман і Слобожанське) і Богодухівському (станція с. Ков'яги). Цього недостатньо у співвідношенні до кількості густонаселених міст області, таких як: Лозова, Ізюм, Чугуїв, Богодухів та ін. Наявні станції передають інформацію щодо концентрації забруднювальних речовин у повітрі, які візуалізуються в реальному часі на карті (рис. 1), а також визначають метеорологічні параметри – температуру, вологість, атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру. Це допомагає оцінювати поширення забруднень і будувати короткострокові прогнози щодо якості повітря.

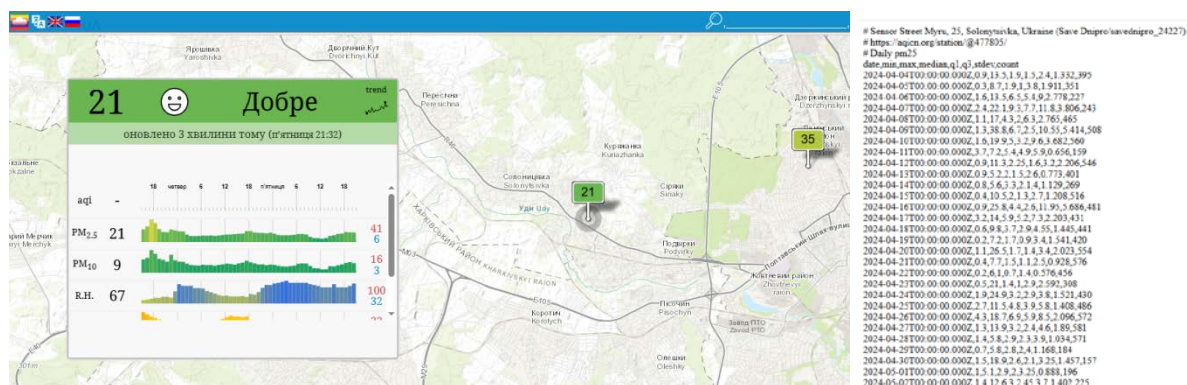


Рис. 1. Інформація щодо концентрації забруднювальних речовин у повітрі (с. Солоницівка, вул. Слобожанська): а – графічне подання; б – результати замірювання концентрації PM_{2,5}

Але цікавить питання ретроспективного аналізу показників, розв'язання якого допомагає сформуванати загальні висновки щодо екологічного стану території дослідження. Тому наявна інформація у форматі CSV щодо кожної станції спостереження експортовано до Excel і відредаговано для зручної роботи.

Під час аналізу отриманої бази даних основну увагу зосереджено на пікових значеннях PM_{2,5}, які усереднено по сезонах. Показники середньодобового значення PM_{2,5} спотворюють загальні висновки, адже увага

до них свідчить загалом про добру екологічну ситуацію, що не відповідає дійсності. На думку фахівців, саме короточасні піки концентрації речовини в повітрі негативно впливають на організм людини та є найбільш небезпечними. Крім того, у багатьох країнах використовують поняття «норми допустимих пікових значень», тому аналіз максимуму відбиває справжні ризики для населення, особливо якщо ці значення перевищуються систематично [2].

Результати аналізу отриманої бази подано у вигляді гістограм (по сезонах та пунктах спостереження) з позначенням на них червоною лінією норми концентрації PM_{2.5}, яка за стандартами ВООЗ не має перевищувати 15 мкг/м³ [1, 2]. Далі їм надано геопросторової прив'язки для візуалізації та ґрунтового формування висновків щодо екологічного стану Харківської обл. (рис. 2).

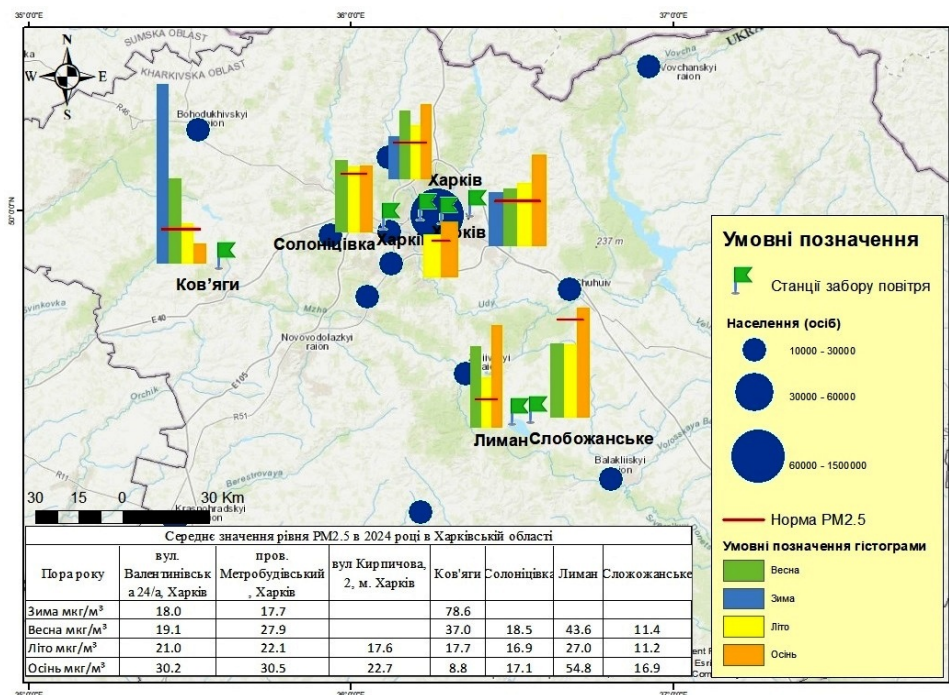


Рис. 2. Карта результатів аналізу якості повітря Харківської обл. за показниками наявної системи моніторингу станом на 2024 р.

Отже, ефективність стаціонарного методу контролю повітря не викликає сумніву, але він не завжди є стабільним. Особливо важко підтримувати цю стабільність в умовах бойових дій на території області. Це помітно з відсутності інформації наприкінці лютого 2022 р., частково в березні, квітні й травні. Також відсутні показники за лютий 2023 р., на що, можливо, вплинули фактори відсутності світла або активний обстріл міста. До того ж (рис. 2):

- найвищі показники концентрації PM_{2.5} зафіксовано в Ков'ягах;
- узимку підвищені показники фіксуються на всіх пунктах спостереження, на це може впливати опалювальний сезон, промисловість, місцеві особливості;

– весною концентрація PM_{2.5} знижується, але залишається високою;
– літом на більшості станцій зафіксовано низькі показники концентрації PM₂, на які впливає підвищення рівня рослинності, що очищує повітря. Винятком є 2024 р., що пояснюється масштабними пожежами в Харківській обл., зафіксованими в цей період;

– восени концентрація PM_{2.5} є високою майже на всіх станціях, що можна пояснити бойовими діями, опалювальним сезоном, палінням листя, промисловістю.

Отже, отримані висновки підтверджують необхідність контролю якості повітря, особливо в областях, де зосереджено підприємства видобування та оброблення корисних копалин, які спричиняють зростання концентрації PM_{2.5}. Також необхідними стають альтернативні методи контролю якості повітря, зокрема як результат оброблення показників дистанційного зондування Землі. Цей метод є ефективним рішенням в умовах бойових дій та обмеженого бюджету для організації нових станцій контролю по всій території області.

Роботу виконано за підтримки Міністерства освіти і науки України (державні реєстраційні номери проєктів 0125U000573, 0125U001680). Авторка висловлює подяку А. Єрмак за допомогу в поданні результатів дослідження.

Література

1. Understanding the origins of urban particulate matter pollution based on high-density vehicle-based sensor monitoring and big data analysis / Y. Liang et al. // Urban Climate. – 2025. – Vol. 59. – Article 102241. DOI: j.uclim.2024.102241
2. Liu, Y. Assessing the impacts of particulate matter on public health in urban areas / Y. Liu, J. Xu, Y. Xie // Water, Air, and Soil Pollution. – 2023. – Vol. 234, issue 3. – P. 123 – 145. DOI: s11270-023-06278-9
3. Волинська Т.О. Аналіз якості повітря за дистанційними даними/ Т.О. Волинська // Відновлення екосистем, пошкоджених військовими операціями: українські та європейські виклики: тези доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. REDMO-2024, Київ, 6 листопада 2024 р. – К., 2024. – С. 16 – 20.
4. Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря на 2021 – 2025 роки для зони «Харківська» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kharkivoda.gov.ua/> – 5.07.2025

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОЛІ СИСТЕМОУТВОРЮВАЛЬНОГО ФАКТОРА У ФОРМУВАННІ СИСТЕМИ

In the concept of the new industrial revolution – Industry 4.0, defined as the Internet of Things – one of the problems is the problem of improving the organizational structures of enterprises. The main problem here is the problem of determining the form of the system-forming factor for the formation of the organizational structure.

Останнім часом загальновизнаною категорією для організації будь-якої діяльності є поняття «управління». Воно застосовується для технічних систем, наприклад, систем автоматичного управління (САУ) й автоматизованих (за участі людини) систем управління (АСУ). Крім того, управління є необхідним складником найрізноманітніших підприємств, фірм, корпорацій тощо для керівництва персоналом, внутрішніми технологічними процесами та взаємодією з навколишнім середовищем. Водночас паралельно з цією категорією застосовується поняття «менеджмент». Виникає питання, як співвідносяться поміж собою ці дві категорії?

У роботі [1] проаналізовано зміст цих понять і подано визначення. З одного боку, автор вважає, що ці поняття є спорідненими. З іншого – зазначає, що «...якщо говорити про їх розбіжності в соціальній площині, то може виявитися й те, що поняття “менеджмент” є значно ширшим, ніж поняття “управління”. Перший аргумент на користь цієї тези полягає в різних парадигмах, які використовують дослідники для визначення змісту цих понять. Так, поняття “менеджмент” поряд з керівництвом людьми всередині організації передбачає й визначення поведінки цієї організації в зовнішньому середовищі, оскільки об’єктом менеджменту в сучасному розумінні (на відміну від управління, об’єктом якого є організаційна система) є не тільки сама ця система, але і її комунікації із зовнішнім оточенням» [1, с. 106].

Основним недоліком наведених у роботі [1] визначень досліджуваних термінів є відсутність *однозначного* підходу щодо змісту цих понять, а також відношень між ними. Зі свого боку ця невизначеність породжена відсутністю однозначного погляду на зміст поняття «система», що зумовлено неоднозначним визначенням змісту системоутворювального фактора.

Ця проблема є ключовою для загальної теорії систем і різних практично реалізованих систем управління та менеджменту.

Водночас необхідно зауважити, що в теорії фізіологічної кібернетики, зокрема в теорії функціональних систем (ТФС), цю проблему розв'язав акад. П. Анохін [2]. Учений проаналізував поняття «система», наявне в різних теоріях, продемонстрував неспроможність їх застосування в дослідженні живих організмів. На думку П. Анохіна, «взаємодія, узята в її загальному вигляді, не може сформувати систему (її діяльність) з безлічі компонентів».

Науковець ставить питання про визначення внутрішнього організаційного фактора формування діяльності системи. Далі він пояснює, чому результат діяльності системи є центральним внутрішнім організаційним чинником: «результат має імперативні можливості реорганізувати розподіл збурень у системі у відповідному напрямку» [2, с. 33]. Це можливо завдяки наявності в системі «зворотного зв'язку» або «зворотної аферентації», унаслідок чого система отримує інформацію про кінцевий результат.

У дослідженні [2] сформульовано таке визначення досліджуваного поняття: «...системою можна назвати тільки такий комплекс вибірково доданих компонентів, у яких взаємодія і взаємовідношення набувають властивостей взаємного сприяння компонентів на досягнення сфокусованого корисного результату».

Отже, системоутворювальним фактором певної системи є *проект майбутнього результату діяльності системи (мета)*.

Необхідно наголосити, що організаційна діяльність пов'язана із взаємним *сприянням* компонентів системи, організації їх взаємодії та взаємовідношення для досягнення *сформованого (сфокусованого)* результату.

З огляду на це П. Анохін зауважує: «Саме тому, що в нашій концепції результат здійснює центральний організаційний вплив на всі етапи формування функціональної системи, а сам корисний результат є, безсумнівно, функціональним феноменом, ми і назвали всю архітектуру функціональною системою. Нижче подано більш детальну аргументацію цього поняття. Зараз же вважаємо за необхідне розібрати один принциповий наслідок нашої концепції для загальноприйнятої кібернетичної термінології.

Мається на увазі насамперед дуже поширений вислів “керуюча система”, який ні семантично, ні логічно не може бути прийнятий теорією функціональної системи. Насправді, що означає цей вислів? Нічого, крім традиційного ігнорування результату системи в процесі обговорення кібернетичних закономірностей.

Дійсно, вислів “керуюча система” за самою своєю сутністю припускає, що керований об’єкт не є елементом керуючої системи, тобто він перебуває за межами(!) самої системи управління.

Із самого вислову “керуюча система” випливає, що вона вже сама є повноцінною системою, незважаючи на те, що керований об’єкт перебуває поза нею. З погляду всіх вирішальних впливів результату на систему, які були викладені вище, таке становище є неприйнятним ...

Можна піти ще далі та поставити власне риторичне запитання: звідки керуюча система “дізнається”, яким саме об’єктом їй треба керувати, якщо вона вже система? Адже щоб керувати чимось, необхідно мати дуже адекватні зв’язки та співвідношення з керованим. Чи не в тому річ, що вже початкові процеси формування самої керуючої системи підпадають повністю під управління майбутнього, необхідного на цей момент організму результату?

Саме так дає змогу розглядати це питання теорія функціональної системи, що передбачає пристосувальний результат функціонування системи як органічного складника частини системи. Тільки в цьому разі можна піти від безплідних термінів, які, відхиляючи думку вбік, безсумнівно, завдають шкоди розумінню самої системи. Саме до цього призводить надзвичайно поширена тенденція вживати такі вислови, як “керуюча система”, “керований об’єкт”, “керована система”, “біоуправління” тощо» [2, с. 36–37].

З наведеного випливає суперечність у вигляді антиномії:

- системою є сукупність взаємопов’язаних елементів;
- системою можна назвати тільки такий комплекс вибірково доданих компонентів, у яких взаємодія і взаємовідношення набувають характеру взаємного сприяння компонентів на досягнення сфокусованого корисного результату.

З огляду на окреслену суперечність виникає наступна суперечність у визначенні змісту поняття «системоутворювальний фактор»:

- взаємодія компонентів системи;
- проєкт майбутнього результату діяльності системи (мета).

Отже, саме проблема формування мети діяльності системи як системоутворювального фактора є фундаментальною для систем управління та менеджменту.

Як зауважив П. Анохін, у системі необхідно виокремити дві внутрішні частини, а саме: 1) відповідальну за формування мети діяльності у вигляді проєкту майбутнього результату діяльності; 2) відповідальну за реалізацію цього проєкту. Зв’язок між зазначеними частинами встановлюється за допомогою механізму забезпечення відповідності досягнутого результату діяльності його проєкту. Цей механізм формується на основі закону зворотного зв’язку.

Крім того, акад. К. Анохін зазначив: «Ми запропонували чотири вирішальних компоненти аферентного синтезу, які мають бути оброблені з одночасною взаємодією на рівні окремих нейронів: домінантна на цю мить мотивація, обставинна аферентація, також відповідна на цей час пускова аферентація і, нарешті, пам'ять...

Своєрідність полягає в тому, що цей синтетичний процес, якщо він належатиме до масштабів нейрона, відбувається на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збурень на одному й тому самому нейроні...

Отже, аферентний синтез, що приводить організм до розв'язання питання, який саме результат має бути отриманий на цей момент, забезпечує постановку мети, досягненню якої і буде присвячена вся подальша логіка системи» [2, с. 49–50].

Висновки

Поняття «управління» та «менеджмент» стосуються незалежних одна від одної організацій діяльності окремих частин підприємства, а в теорії функціональних систем ставиться питання про організацію внутрішньої співорганізації їх діяльності. На нашу думку, саме формування мети діяльності є фундаментальним організаційним фактором будь-якого підприємства.

Подальші дослідження необхідно присвятити саме розробленню методології формування мети діяльності у формі проєкту майбутнього результату діяльності.

Важливим є питання вибору форми подання моделі підприємства. Наразі існують функціональна, інформаційна, організаційна та ресурсна форми подання, що є основними.

З огляду на результати, отримані в теорії функціональних систем, пропонуємо як основне застосовувати функціональне подання.

Література

1. Туленков М. Концептуалізація понять «менеджмент» і «управління» в сучасному науковому дискурсі / Політичний менеджмент. №3. 2009. – С. 101–111.
2. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем / П.К. Анохин. // Очерки по физиологии функциональных систем. Москва: Медицина, 1975. – 448 с., ил. – С. 17 – 62.

Дружинін Є.А.¹, Давиденко О.А.²

¹Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

²Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ ВІДБУДОВИ ПОШКОДЖЕНИХ ОБ'ЄКТІВ

Порушено питання аналізу ефективності відновлення пошкоджених об'єктів в Україні. Запропоновано методику оцінювання ефективності, яка передбачає аналіз конструктивних пошкоджень, об'ємно-планувальних рішень, розроблення можливих варіантів відбудови та диверсифікації пошкоджених об'єктів з оцінюванням інвестиційного складника.

У стабільному економічному середовищі для інвесторів та забудовників стане першочерговим питання відбудови пошкоджених об'єктів. Проблема аналізу ефективності відбудови пошкоджених об'єктів у передпроектний період пов'язана із недосконалістю ціноутворення, невизначеністю законодавчих актів у частині оподаткування та продажу землі.

Для пошкоджених об'єктів оцінювання ефективності відбудови має специфіку, оскільки відсутній єдиний методичний підхід та потребують обґрунтування місце, структура та склад робіт в інвестиційному циклі, що сформувався за ринкових умов.

Насамперед необхідно обстежити й оцінити стан та рівень пошкодженості об'єктів. Уряд України прийняв постанову від 05.04.2022 № 423, яка регламентує процедуру здійснення обстеження пошкоджених об'єктів і рекомендує склад звіту, який є підставою для проведення робіт з їх відновлення чи ліквідації. На нашу думку, для оцінювання ефективності необхідно розробити визначення рівня пошкодження об'єктів, що дало б змогу оперативно приймати рішення про відбудову об'єкта.

По друге, важливо об'єктивно оцінити витрати на відновлення з огляду на моральний знос об'єкта. У цьому разі рівень морального зносу в грошовому вираженні необхідно пов'язати з втратами інвестора за період будівництва та перебування в пошкодженому стані як наслідок омертвіння капітальних вкладень.

Оцінювання ефективності відновлення пошкоджених об'єктів потребує комплексно-аналітичного підходу до прогнозування її величини.

Методика оцінювання ефективності відновлення пошкоджених об'єктів має передбачати:

- 1) аналіз та оцінювання пошкоджень конструктивних елементів об'єкта;
- 2) аналіз функціонального первісного призначення об'єкта, габаритів, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень, матеріалу конструкцій та їх фізичного зносу;
- 3) опрацювання варіантів зміни функціонального призначення об'єкта, габаритів, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень;
- 4) опрацювання варіантів відшкодування об'єкта на основі нових технологічних та об'ємно-планувальних рішень, розширення площ об'єкта;
- 5) обрання варіантів для порівняння та розроблення сценаріїв їх розвитку за інвестиційний цикл;
- 6) оцінювання додаткових інвестицій у відбудову чи диверсифікацію з виходом на капітал майбутнього підприємства;
- 7) обґрунтування грошових потоків за варіантами майбутнього об'єкта (підприємства) за різних рівнів прибутковості інвестицій, відсоткових ставок дисконтування;
- 8) оцінювання та обрання варіанта відновлення пошкоджених об'єктів з виходом на гранично допустиму ринкову вартість об'єкта з гарантією граничного рівня прибутковості інвестицій та прогнозованої відсоткової ставки (дисконту).

Запропонована методика передбачає аналіз пошкоджених споруд, аналіз об'ємно-планувальних рішень, опрацювання можливих варіантів відбудови та диверсифікації з оцінюванням інвестиційного складника та з виходом на ринкову вартість об'єкта. Ця методика може бути основою для подальших досліджень щодо аналізу ефективності відновлення пошкоджених об'єктів.

Література

1. Економічна ефективність інвестицій відбудови пошкоджених об'єктів с. 94–97 https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/Upravlinnya_proektami_u_rozvitku_suspilstvaa_XXI.pdf#page=94
2. Деревенко Л. Оціночна діяльність в Україні: аспекти регулювання. *Актуальні питання у сучасній науці*. 2023. № 5(11). URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-5\(11\)-144-154](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2023-5(11)-144-154) (дата звернення: 08.08.2025).
3. Пейзер Р.Б., Фрей А.Б. Професійний девелопмент нерухомості / Пейзер Р.Б., Фрей А.Б.: UDP, 2023. – 450 с. <https://f.eruditor.link/file/61256>

УПРАВЛІННЯ СТЕЙКХОЛДЕРАМИ ПРОЄКТІВ В УМОВАХ ДИНАМІЧНИХ ВПЛИВІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА Й ЗУСИЛЬ

The thesis explores the impact of a dynamic environment on stakeholder management in projects within the VUCA–BANI framework. A matrix-based approach is proposed to assess environmental factors and team efforts across different phases of the project life cycle. Particular attention is given to the need for proactive actions and adaptive leadership to ensure effective engagement with stakeholders.

Сучасне проєктне середовище все більше набуває властивостей, що лягли в основу VUCA-BANI-філософії. На результативність проєкту впливають не тільки різні фактори турбулентного середовища, а й стейкхолдери, які зацікавлені в задоволенні власних інтересів.

Нові умови вимагають інших підходів до управління стейкхолдерами проєктів, що потребує не лише адаптації, а цілеспрямованих зусиль проактивного управління з можливостями виявлення прихованих впливів середовища, випереджального реагування на ризики та уважного ставлення до очікувань зацікавлених сторін.

Особливу роль відіграє здатність проєктного менеджера ідентифікувати динамічні впливи зовнішнього середовища, трансформувати їх у джерела можливостей, а не ризиків.

Автори статті [1] дослідили відповідність лідерства в межах моделі VUCA, проаналізувавши 116 наукових публікацій із застосуванням методики PRISMA, та дійшли висновку, що лідерські навички є необхідною умовою ефективного реагування на виклики.

У контексті мінливого робочого середовища це означає, що керівникам проєктів необхідно не лише адаптуватися до змін, а й забезпечувати оперативне управління міжособистісними, організаційними та зовнішніми очікуваннями стейкхолдерів.

Автори дослідження «*VUCA factors influencing stakeholder relationship management development: a systematic literature review*» [2] наголошують, що «розуміння того, як фактори VUCA впливають на управління взаємовідносинами із зацікавленими сторонами, є життєво важливим

для організацій, що прагнуть адаптуватися та досягти успіху в сучасному складному бізнес-ландшафті» [2].

У роботі [3] визначено ключових стейкхолдерів проєктів логістичних підприємств та проаналізовано фактори їхнього впливу на результат. Відповідно до праці [4] чинником успіху взаємодії із стейкхолдерами є комунікація, яка визначає ступінь та обставини їхнього залучення за допомогою двостороннього спілкування, інтерактивних і особистих зустрічей, неформального діалогу, обміну знаннями й досвідом.

Тому ефективне управління стейкхолдерами в умовах VUCA-BANI-світів потребує проактивних дій, оснований на усвідомленні динаміки зовнішніх впливів і на зусиллях лідера оперативно адаптувати комунікаційні та стратегічні взаємозв'язки.

На підставі роботи [5] розширимо межі дослідження, взявши до уваги зусилля, що керівникові проєкту необхідно здійснити для забезпечення адаптивної взаємодії з усіма категоріями стейкхолдерів (табл. 1). Значення показників установлюють експерти й команда проєкту на основі аналізу ризиків, поточних умов, прогнозованих тенденцій та зусиль колективу, спрямованих на забезпечення ефективної роботи із стейкхолдерами. У цьому разі застосовується шкала від 1 до 10, де 1 – мінімальний вплив або зусилля, а 10 – критичний рівень впливу або максимально інтенсивна взаємодія.

Таблиця 1. Матриця впливів PPF та зусиль на стейкхолдерів проєкту

Назва показника	Впливи								Зусилля										
	В	А	Н	І	V	U	С	А	І	А	У	К	З	М	Р	О	А	І	З
Past	3	2	2	3	4	5	4	2	9	9	9	9	8	4	9	5	3	2	2
Present	7	8	5	5	8	8	7	6	4	7	9	9	8	4	9	5	3	2	2
Future	5	6	8	9	9	10	8	7	3	6	9	9	6	4	8	5	3	2	2

Past (Т1) – період, коли проєкт перебував на початкових фазах (ініціація, концепція, планування). Цей період аналізується для визначення впливів середовища на проєкт в його минулому. На цьому етапі зовнішні фактори формують початкові обмеження для проєкту та очікування ключових стейкхолдерів.

Високий ступінь невизначеності може викликати низьку довіру з боку інвесторів, уповільнення процесу погоджень або розбіжності в баченні кінцевого результату. Вплив середовища на стейкхолдерів полягає в зміні пріоритетів, обмеженому доступі до ресурсів, регуляторному тиску. Це вимагає

від керівника проєкту значних зусиль у формуванні початкової стратегії взаємодії та забезпеченні узгодженості інтересів за допомогою:

I – ідентифікації стейкхолдерів для виявлення всіх зацікавлених сторін проєкту;

A – аналізу стейкхолдерів з метою визначення ступеня впливу, інтересів та очікувань;

У – узгодження цілей та вимог стейкхолдерів різних груп.

Present (T2) – середина проєкту, фаза його реалізації. Аналіз цього періоду спрямований на розуміння впливу середовища на поточну реалізацію, виконання завдань, відхилення від плану проєкту.

Зовнішні виклики безпосередньо впливають на терміни, бюджет, якість виконання проєкту, що може призвести до зростання інтенсивності впливів з боку стейкхолдерів (зміни вимог, умов, формування нових очікувань). Усі ці фактори вимагають від команди гнучкості в управлінні, прозорості в комунікаціях та постійної роботи над підтриманням залученості та довіри. Зусилля керівника зосереджуються на балансуванні внутрішніх процесів і зовнішніх впливів за допомогою проактивної координації зі стейкхолдерами, а саме:

K – комунікації як механізму двостороннього інформування;

Z – залучення стейкхолдерів до активної участі в проєкті;

M – моніторингу змін в очікуваннях стейкхолдерів протягом ЖЦП;

P – реагування на конфлікти.

Future (T3) – фаза завершення проєкту та прогнозовані впливи після досягнення результату. На третьому етапі аналізуються потенційні довгострокові наслідки, які можливі після реалізації проєкту. Особливістю цього періоду є отримання стейкхолдерами очікуваних результатів від проєкту. Зі свого боку VUCA-BANI-середовище може призводити до повторних конфліктів інтересів, що вимагає від проєктного менеджера стратегічних зусиль щодо комунікації, прийняття обґрунтованих рішень та здійснення підтримки після завершення проєкту.

Для керівника критично важливо прогнозувати ці впливи та розробити стратегію щодо результативності й тривалого залучення ключових стейкхолдерів. Зокрема необхідно:

O – оцінити рівень задоволеності та впливу стейкхолдерів;

A – адаптувати висновки щодо ефективного управління із стейкхолдерами для майбутніх проєктів;

І – інформувати стейкхолдерів щодо результатів проєкту, підготувати звітну документацію;

З – завершити відносини або змінити їх на партнерство.

Часові періоди T1, T2, T3 визначає керівник проєкту. Крім того, він може їх змінювати в будь-який момент з огляду на необхідність аналізу впливу середовища на проєкт і стейкхолдерів.

Зусилля, як управлінський капітал, спрямоване на підтримку балансу інтересів стейкхолдерів, зниження конфліктності та підвищення стійкості проєкту в мінливому середовищі.

Отже, ефективне управління стейкхолдерами проєктів у контексті впливів зовнішнього середовища потребує поєднання таких компонентів, як проактивний моніторинг впливів VUCA-BANI-середовища, ефективна комунікація із стейкхолдерами та гнучкі управлінські підходи.

Крім того, завданням сучасного проєктного менеджменту має бути мінімізація негативного впливу зовнішніх факторів, активне формування партнерських взаємовідносин, здатних підсилювати конкурентоспроможність проєктів у довгостроковій перспективі.

Література

1. Syamsir Syamsira, Nika Saputrab and Rizki Afri Mulia. (2025). Leadership agility in a VUCA world: a systematic review, conceptual insights, and research directions. *Cogent business & management*, 12(1). DOI: 10.1080/23311975.2025.2482022
2. Cristina–Elena Ungureanu, Ioana-Alexandra Sbîrcea and Rebecca Ana Maria Chiriță (2023). VUCA factors influencing stakeholderrelationship management development:a systematic literature review. *Buletinul institutului politehnic din iasi Publicat de Universitatea Tehnică «Gheorghe Asachi» din Iași*, 69 (73), 3, 29–47. DOI: 10.2478/bipcm-2023-0022 URL: https://www.researchgate.net/publication/377623227_VUCA_Factors_Influencing_Stakeholder_Relationship_Management_Development_A_Systematic_Literature_Review

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПЕРЕВІРКИ ВІДПОВІДНОСТІ КОДУ ПРИНЦИПАМ *DOMAIN-DRIVEN DESIGN* У CI/CD-ПРОЦЕСАХ

The paper addresses the challenge of ensuring systematic compliance of modern software systems with Domain-Driven Design principles under industrial development conditions. The research emphasizes the necessity of integrating automated analysis into CI/CD pipelines to identify architectural deviations, reduce risks of technical debt and increase the overall resilience of software systems. The proposed approach relies on a synergy of static code analysis, architectural rules and AI-powered validation to standardize the application of DDD.

У контексті сучасного розроблення складних програмних систем домінує потреба в архітектурних підходах, здатних забезпечити масштабованість, підтримуваність та відповідність бізнес-вимогам. Одним з таких підходів є предметно-орієнтоване проєктування (*Domain-Driven Design*, DDD), що передбачає побудову архітектури на основі чітко визначених доменних моделей та обмежених контекстів. Проте перевірка відповідності коду принципам DDD здебільшого здійснюється вручну, що зумовлює ризики людського чинника, збільшення часу на рев'ю та накопичення технічного боргу.

Актуальні дослідження свідчать про зростання інтересу до проблем автоматизації архітектурного контролю. Зокрема в працях *Kazman* та *Bass* розглядається проблема архітектурних *smells* як фактора деградації систем. Інші автори (наприклад, *Garcia et al.*) пропонують формалізовані каталоги архітектурних відхилень. Водночас практичні інструменти на кшталт *SonarQube*, *NDepend* або *ArchUnit* забезпечують лише часткову перевірку коду, зосереджуючись на метриках або правилах низького рівня. Отже, відсутній комплексний інструментарій, здатний відслідковувати відповідність саме DDD-принципам у реальному виробничому середовищі.

Метою дослідження є розроблення методів і моделей автоматизованого аналізу коду, інтегрованих у CI/CD-процеси, що допоможуть систематично виявляти відхилення від DDD-принципів та мінімізувати ризики накопичення технічного боргу.

Запропонований підхід передбачає поєднання класичних алгоритмів статичного аналізу коду з інтелектуальними методами, зокрема семантичне

моделювання та машинне навчання. Ключовим елементом є формалізація DDD-принципів у вигляді набору архітектурних правил, що можуть автоматично перевірятися в межах CI/CD.

До базових категорій перевірок належать:

- виявлення порушень меж *bounded context* і некоректних залежностей між ними;
- контроль за узгодженістю доменних моделей та відповідністю бізнес-термінології;
- аналіз узгодженості шарів архітектури та відповідності їх ролей у доменній логіці;
- перевірка стандартів іменування, структуризації та повторного використання коду.

Розроблена модель автоматизації інтегрується у CI/CD-процеси способом додавання окремого етапу архітектурної валідації. У разі виявлення критичних порушень збірка може блокуватися, що стимулює команду усувати дефекти ще на ранніх етапах життєвого циклу.

Це забезпечує:

- раннє виявлення архітектурних дефектів;
- зменшення витрат на підтримку та розвиток системи;
- стандартизацію застосування DDD в промислових умовах;
- підвищення зрозумілості та якості коду.

Перспективним напрямом подальших досліджень є поєднання традиційного аналізу з новітніми підходами на основі векторних баз даних і AI-агентів. Це відкриває можливості для семантичного пошуку архітектурних патернів, виявлення прихованих залежностей та прогнозування ризиків технічного боргу. Також актуальним є впровадження механізмів адаптивного навчання системи, що дасть змогу з часом підвищувати точність виявлення порушень і зменшувати кількість хибних спрацювань.

Висновки

Автоматизація перевірки відповідності коду принципам *Domain-Driven Design* у CI/CD-процесах є не лише інструментом підвищення якості програмного забезпечення, але й важливим чинником забезпечення тривалої стабільності архітектури. Запропонований підхід сприяє стандартизації застосування DDD, зниженню ризиків технічного боргу та підвищенню ефективності командної роботи. Подальші дослідження передбачають

створення прототипу інструменту з використанням векторних БД та інтелектуальних агентів, здатних виконувати глибинний аналіз архітектурних моделей у режимі реального часу.

Література

1. Kazman R., Bass L. Software Architecture in Practice. Addison-Wesley, 2022.
2. Richards M., Ford N. Fundamentals of Software Architecture. O'Reilly Media, 2020.
3. Vernon V. Strategic Monoliths and Microservices. Addison-Wesley, 2021.
4. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. O'Reilly Media, 2021.
5. Fowler M. Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley, 2015.

**БІФУРКАЦІЙНІ ЗМІНИ
В СИСТЕМАХ ЛОГІСТИЧНИХ ТА ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЄКТІВ
В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

The problem of bifurcation changes in logistics and infrastructure projects under conditions of full-scale invasion is considered. The main challenges in logistics projects are analyzed, and the cause-and-effect relationship of their impact on infrastructure projects is established.

Повномасштабне вторгнення стало своєрідним глобальним стрес-тестом і точкою біфуркації для логістичних систем, оголивши їх слабкі аспекти та змусивши бізнес кардинально переосмислити підходи до управління ланцюгами постачання та реалізації інфраструктурних проєктів. Уперше за десятиліття одночасно постали всі проблеми, які потребували негайного розв'язання, а інколи значних змін у сфері логістики. Попри масштабність і глибину кризи, багато компаній успішно адаптувалися та навіть змогли посилити свої конкурентні позиції завдяки інвестиціям у автоматизацію, роботизацію складів та прогнозу аналітику. Криза стала каталізатором трансформаційних процесів, і тепер логістика переходить від реактивної моделі до проактивної, побудованої на гнучкості, цифровій прозорості та стійкості до ризиків [1]. Проте це зовсім не означає, що логістика поборолася всі проблеми – чимало логістичних питань досі залишаються актуальними, зокрема дефіцит кадрів, зростання витрат, нестабільність транспортних маршрутів, складність прогнозування попиту та зростання залежності від цифрових систем. Тому стійкість, гнучкість і цифрова інтеграція залишаються пріоритетами конкурентоспроможності в сучасній логістиці.

Крім того, спостерігаємо оптимізацію логістичних маршрутів. Компанії шукали безпечніші або дешевші транспортні шляхи, обираючи гнучкі моделі перевезення. Щоб зменшити витрати на перевезення, деякі фірми почали працювати з локальними або регіональними постачальниками. Автоматизація логістики, аналітика витрат і прогнозування дали змогу зменшити неефективні витрати. Впровадження ERP-систем (універсальна платформа для управління всіма бізнес-процесами компанії, зокрема фінансами, закупівлями, виробництвом, логістикою, персоналом), WMS (призначена для оптимізації операцій на складі: зберігання, переміщення товарів, облік, інвентаризація) та TMS (програмне

забезпечення, що допомагає планувати, виконувати та контролювати доправлення вантажів) допомогло краще контролювати фінансові потоки [2, 3].

Війна змусила компанії прискорити цифрову трансформацію, щоб вижити в умовах обмежень, нестабільного попиту й порушених ланцюгів постачання. Ті, хто раніше інвестував у технології, отримали конкурентну перевагу, інші були змушені діяти терміново. Під час блекаутів і роботи в онлайн-режимі відсутність цифрових інструментів призводила до збоїв, затримань і втрати клієнтів. Крім того, мала місце недостатність інтеграції між ланками ланцюга постачання, тобто постачальники, склади, транспорт, клієнти часто працювали в різних системах, без єдиного середовища обміну інформацією, що ускладнювало координацію. Це також негативно позначилося на інфраструктурних проєктах, які суттєво залежать від логістики [4, 5].

Література

1. The Standard for Project Management and a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition [Текст] / USA. – Project Management Institute (PMI), 2021. – 250 с.
2. Зачко О.Б. Моделі, механізми та інформаційні технології портфельного управління розвитком складних регіональних систем безпеки життєдіяльності. За заг. ред. Рака Ю.П. Монографія. Львів: Вид-во ЛДУ БЖД, 2015. 177 с.
3. Зачко О.Б. Оптимізація структури портфелю проєктів в системі забезпечення безпеки життєдіяльності / О.Б. Зачко, Ю.П. Рак, Т.Є. Рак // Управління проєктами та розвиток виробництва. – 2008. – № 4 (28). – С. 26–30.
4. Зачко О.Б. Теоретичні підходи до управління безпекою в проєктах розвитку складних систем / О.Б. Зачко // Управління розвитком складних систем. – 2015. – № 22. С. 48–53.
5. Зачко О.Б. Підходи до формування портфеля проєктів удосконалення системи безпеки життєдіяльності / О.Б. Зачко, Ю.П. Рак, Т.Є. Рак // Управління проєктами та розвиток виробництва: Зб. наук. пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008. – № 3 (27). – С.54-61. – Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/27/08zobsbg.pdf>

СТЕЙКХОЛДЕРИ ЯК НОСІЇ ЦІННОСТІ ПРОЄКТУ В ГАЛУЗІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

The proposed stakeholder identification and analysis method for passenger transport projects establishes a comprehensive system for monitoring and regulating stakeholder interactions, thereby ensuring effective alignment of all parties' interests and, ultimately, the achievement of the project's intended value.

Залучення зацікавлених сторін та розуміння створення цінності з погляду стейкхолдерів є критично важливим для успіху підприємства та здатності залишатися життєздатним бізнесом у майбутньому. Водночас неузгоджені або ігноровані очікування стейкхолдерів можуть призвести до конфліктів, втрати репутації, зриву термінів чи зниження ефективності управлінських рішень.

Для успішного управління цінністю проєктів у галузі пасажирських перевезень актуальним є процес визначення ключових стейкхолдерів та оцінювання їхніх інтересів у проєкті, а також способів, якими ці зацікавлені сторони можуть впливати на результати проєкту [1]: аналіз та планування зацікавлених сторін; розкриття та поширення інформації; консультації та змістовна участь; розв'язання спорів і розгляд скарг; залучення зацікавлених сторін до моніторингу й оцінювання; постійна звітність перед постраждалими громадами та іншими зацікавленими сторонами [1].

Аналіз стейкхолдерів передбачає такі критерії: влада, вплив, ставлення, переконання, очікування, ступінь впливу, наближеність до проєкту, інтерес до нього тощо [2]. На початку проєкту менеджери готують реєстр наявних партнерів (зацікавлених сторін) (табл. 1), упроваджуючи такі методи, як фокус-групи, напівструктуровані інтерв'ю та вибірки для збору та обміну інформацією між дослідниками та зацікавленими сторонами [3]. Такі методи є достатньо ефективними завдяки активній участі стейкхолдерів проєкту.

Відповідно до стандарту [4] необхідно зважати на такі фактори впливу стейкхолдерів на проєкт, як «рівень відповідальності, ступінь впливу та близькості, ступінь залежності». Для визначення цих факторів проводять ідентифікацію зацікавлених сторін. Крім того, результати оцінювання стейкхолдерів дають змогу виявити ймовірні ризики, що походять від оточення проєкту. Команда й керівник проєкту також проходять самоаналіз за визначеними параметрами.

Таблиця 1. Стейкхолдери проєкту пасажирських перевезень

№	Стейкхолдери проєкту	Роль у проєкті
1	Замовник проєкту	замовлення послуг, встановлення вимог до продукту проєкту, контроль якості виконання проєкту
2	Власник проєкту	ініціація проєкту, визначення стратегічних цілей, прийняття ключових рішень щодо проєкту, забезпечення його ресурсами, визначення команди
3	Керівник проєкту	планування та координація завдань, моніторинг і контроль за виконанням проєктних завдань командою, прийняття стратегічних рішень щодо проєкту
4	Команда проєкту	виконання проєктних завдань, здійснення ризик-менеджменту, розроблення проєктних рішень, формування звітності
5	Інвестори	забезпечення фінансовими ресурсами, затвердження бюджету проєкту, участь у стратегічному керівництві проєкту
6	Конкуренти	альтернативні провайдери послуг на ринку пасажирських перевезень
7	Органи влади	планування та підтримка інфраструктури міської / регіональної мобільності, контроль за виконанням стандартних вимог щодо екологічності, доступності транспортних засобів, соціальної справедливості
8	Транспортні регулятори	ліцензування, контроль безпеки надання послуг з перевезень, екологічності та якості транспортних засобів, установлення стандартів і контроль за їх виконанням
9	Громадські організації	користувачі інфраструктури, представники громадськості та їхніх інтересів, формування громадської думки, зв'язки з масмедіа
10	Населення	користувачі інфраструктури
11	Перевізники	забезпечення пасажирських перевезень транспортними засобами, що відповідають стандартам транспортних регуляторів, вимогам населення та громадських організацій, технічне обслуговування, ІТ-підтримка споживачів
12	Інші групи	групи зацікавлених сторін, які мають певний вплив на реалізацію проєкту

Для аналізу стейкхолдерів проєкту доцільно застосовувати модель А. Мендлоу – матрицю «влада / інтерес» і матрицю «влада / динамізм», модель Мітчелла, модель Саважа, а форми візуалізації аналізу стейкхолдерів можуть бути різноманітні.

З огляду на вищезазначене автори пропонують метод ідентифікації стейкхолдерів проекту пасажирських перевезень, який передбачає кілька етапів (рис. 1).

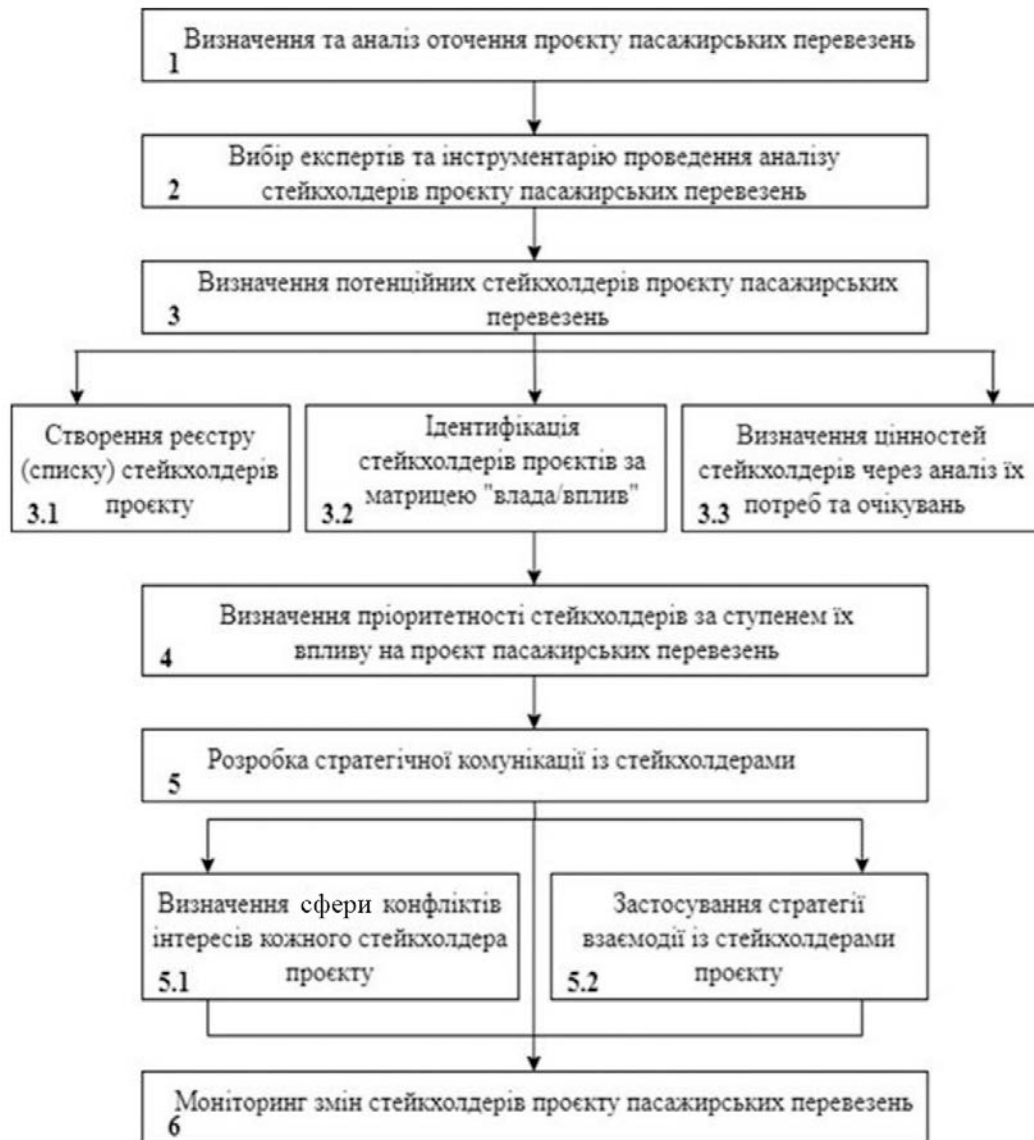


Рис. 1. Метод ідентифікації стейкхолдерів проекту пасажирських перевезень

1. Визначення та аналіз оточення проекту пасажирських перевезень.

2. Вибір експертів та інструментарію проведення аналізу стейкхолдерів проекту в галузі пасажирських перевезень.

3. Визначення потенційних зацікавлених осіб проекту пасажирських перевезень.

3.1. Встановлення та ідентифікація стейкхолдерів проекту передбачає створення їхнього реєстру.

3.2. Ідентифікація зацікавлених осіб за матрицею «влада / вплив».

3.3. Визначення цінностей кожного стейкхолдера за допомогою аналізу його потреб та очікувань від проєкту. Для цього застосовують когнітивну модель ціннісно-орієнтованого управління проєктами в галузі пасажирських перевезень, що дає змогу аналізувати взаємні впливи функцій цінності одна на одну [5]; модель аналізу цінності продукту проєктів у галузі пасажирських перевезень, яка дає змогу оцінювати фактори, що формують цінність для кожної зацікавленої особи. На цьому етапі після встановлення факторів, що формують цінність проєкту, кожний стейкхолдер визначає ступінь важливості n -фактора проєкту з галузі пасажирських перевезень та його вплив на формування цінності проєкту.

4. Визначення пріоритетності стейкхолдерів за ступенем їхнього впливу на проєкт пасажирських перевезень. На цьому етапі оцінюють ступінь впливу кожної зацікавленої особи та її інструменти впливу на проєкт.

5. Розроблення стратегічної комунікації із стейкхолдерами проєкту пасажирських перевезень з огляду на їхні інтереси.

5.1. Визначення сфери конфліктів інтересів кожного стейкхолдера протягом життєвого циклу проєкту.

5.2. Застосування стратегії взаємодії із стейкхолдерами залежно від ситуації.

6. Моніторинг змін стейкхолдерів проєкту. Останній етап передбачає перевірку змін, що можливі у зв'язку із змінами пріоритетності стейкхолдерів, або змінами їх інтересів та сили впливу, або появою нових зацікавлених осіб.

Запропонований метод забезпечить ефективну координацію інтересів усіх стейкхолдерів проєкту, а в поєднанні з протиризиковим підходом створює підґрунтя для розроблення методу ціннісно-орієнтованого управління проєктами пасажирських перевезень.

Література

1. Олех Т.М., Колеснікова К.В, Мезенцева О.О., Гогунський В.Д. Розробка моделі збалансованої оцінки успішності проєктів на основі методичних індикаторів цінності. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. 2021. № 1(3). 39–47. DOI: 10.20998/2413-3000.2021.3.6
2. Guidance Note UNDP. Social and Environmental Standards (SES). Stakeholder Engagement, 2017. 41 с.

3. Стандарт управління проєктами та Настанова до зводу знань з управління проєктами (Настанова PMBOK). Сьоме видання. Newtown Square, PA: Project Management Institute, Inc., 2021. 370 p.
4. Barquet, K., Segnestam, L., & Dickin, S. (2022). MapStakes: A tool for mapping, involving and monitoring stakeholders in co-creation. SEI Report. Stockholm Environment Institute, Stockholm. URL: <https://doi.org/10.51414/sei2022.014>
5. Іщенко В.А. Когнітивна модель ціннісно-орієнтованого управління проєктами в галузі пасажирських перевезень. *Управління проєктами у розвитку суспільства. Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей / відповідальний за випуск С.Д. Бушуєв. Київ: КНУБА, 2025. – С. 126–130*

Кісільов О.І.¹, Данченко О.Б.²

¹Університет економіки та права «КРОК», м. Київ

²Черкаський державний технологічний університет

МЕТОД ФОРМУВАННЯ СИСТЕМНОЇ МОДЕЛІ ПОКАЗНИКІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В УПРАВЛІННІ БІЗНЕСОМ В УМОВАХ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

In the context of a regenerative economy, the relevance of implementing sustainable approaches to business management is increasing. A method for forming a systemic model of sustainable development indicators is proposed, which ensures the integration of economic, social and environmental criteria. This approach creates the basis for long-term competitiveness of companies, contributes to strengthening economic stability, increasing social responsibility and reducing environmental impact.

У сучасних умовах відновлювальної економіки зростає потреба в ефективному управлінні бізнесом на засадах сталого розвитку. Автори пропонують метод формування системної моделі показників сталого розвитку, який базується на системному підході та забезпечує інтеграцію економічних, соціальних і екологічних показників у процес прийняття управлінських рішень.

У роботі [1] поєднано процесне та проєктне управління з огляду на реалізацію ризик-менеджменту та чітко визначені індикатори сталого розвитку, що дає змогу сформувати ефективну систему управління бізнесом в умовах відновлювальної економіки. Такий підхід забезпечує досягнення цілей сталого розвитку, відповідає актуальним викликам часу й сучасним вимогам до управлінських практик.

Метод побудови системної моделі показників сталого розвитку в управлінні бізнесом в умовах відновлювальної економіки оснований на принципах системного підходу. Його впроваджують для розроблення стратегічного планування та управління сталим розвитком підприємства, що є багаторівневою ієрархічною структурою. У цьому разі беруть до уваги зовнішні чинники, які впливають на функціонування бізнесу, що дає змогу адаптувати управлінські рішення до складної економічної динаміки [2–4].

Мета дослідження – розробити метод формування системної моделі показників сталого розвитку в управлінні бізнесом в умовах відновлювальної економіки.

Сутність запропонованого методу в управлінні бізнесом в умовах відновлювальної економіки полягає в розробленні та застосуванні комплексної моделі, що дає змогу підприємствам ефективно планувати, аналізувати свою діяльність та керувати нею відповідно до принципів сталого розвитку, спрямованого на досягнення оптимального балансу між економічною ефективністю, соціальною відповідальністю та екологічною стійкістю. Метод формування системної моделі передбачає декілька етапів (рис. 1).

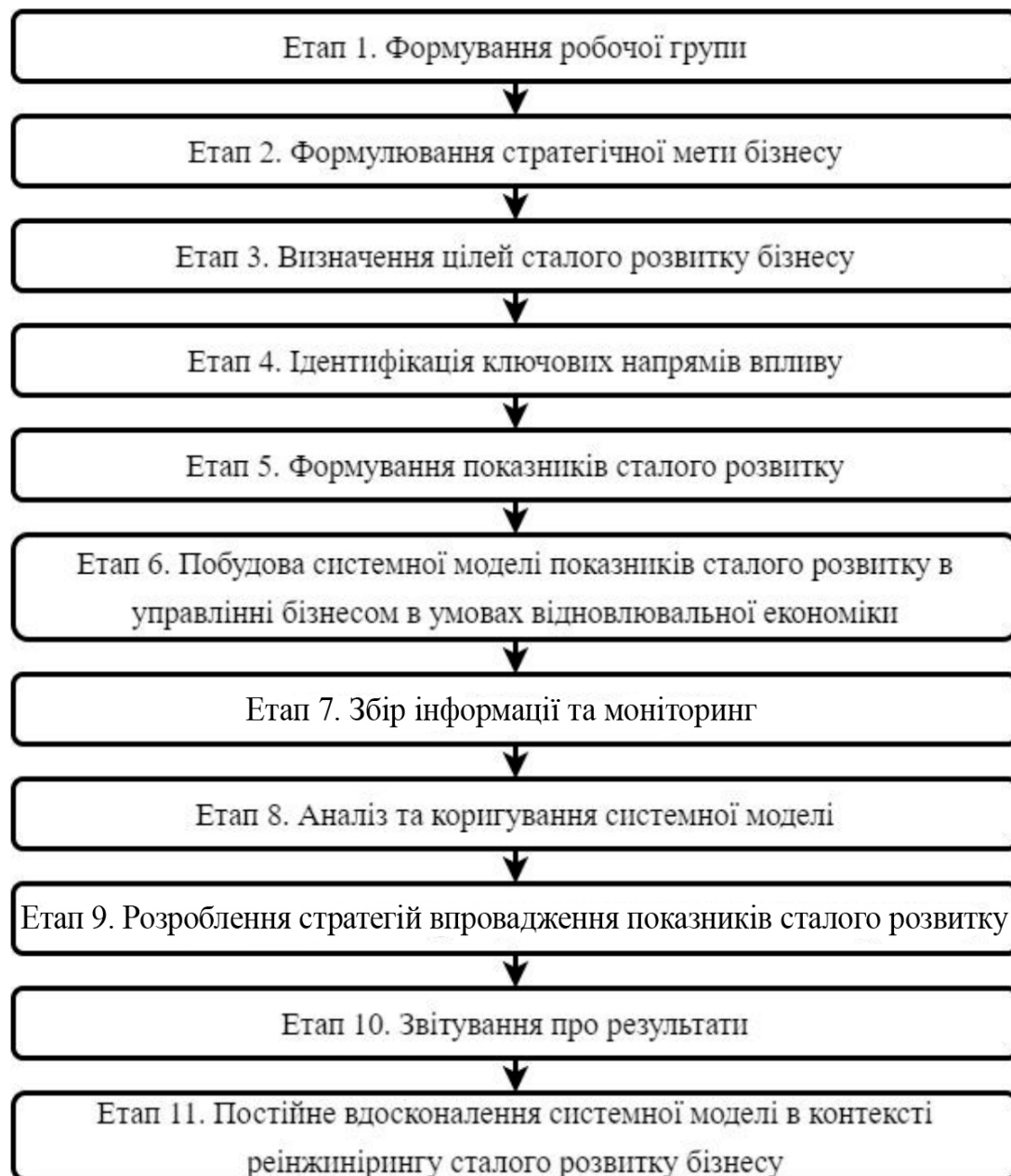


Рис. 1. Етапи методу формування системної моделі показників сталого розвитку в управлінні бізнесом в умовах відновлювальної економіки

Етап 1. Формування робочої групи. У процесі створення робочої групи доцільно зважати не лише на професійну компетентність кандидатів, а й на їх здатність до аналізу та дослідження очікувань стейкхолдерів бізнесу.

Етап 2. Формулювання стратегічної мети бізнесу. Робоча група розробляє єдину стратегічну мету діяльності підприємства, яка має бути погоджена з керівництвом, власниками та кінцевими споживачами.

Етап 3. Визначення цілей сталого розвитку бізнесу. На цьому етапі розробляють стратегічні напрями розвитку бізнесу з огляду на принципи сталого розвитку [5], зокрема економічну ефективність, соціальну відповідальність і екологічну стійкість.

Етап 4. Ідентифікація ключових напрямів впливу. Етап передбачає аналіз сфер діяльності бізнесу, що мають найбільший вплив на економічне середовище, суспільство та природу. Оцінюють економічні (рівень прибутковості, внесок у місцеву економіку), соціальні (створення робочих місць, вплив на громади) та екологічні аспекти (викиди CO₂, використання ресурсів).

Етап 5. Формування показників сталого розвитку. Робоча група розробляє набір кількісних і якісних індикаторів, що допомагають відстежувати поступ у досягненні цілей сталого розвитку. Показники адаптують до особливостей діяльності підприємства та його стратегічних завдань.

Етап 6. Побудова системної моделі показників сталого розвитку в управлінні бізнесом в умовах відновлювальної економіки. На основі визначених індикаторів формують цілісну системну модель, що об'єднує всі елементи діяльності компанії в умовах відновлювальної економіки. У моделі беруть до уваги зв'язки між показниками, наприклад вплив інвестицій в екологічні інновації на фінансову рентабельність.

Етап 7. Збір інформації та моніторинг. Запроваджують систему збору актуальних показників у реальному часі за допомогою сучасних технологій, зокрема IoT-сенсорів (для екологічного моніторингу) та CRM-систем (для оцінювання соціального впливу).

Етап 8. Аналіз та коригування системної моделі. На основі зібраної інформації аналізують результати та відповідність до визначених цілей сталого розвитку. Визначають причини відхилень, і в разі потреби модель та стратегічні підходи коригуються.

Етап 9. Розроблення стратегій упровадження показників сталого розвитку. На цьому етапі формують детальний план реалізації ініціатив сталого розвитку із зазначенням ключових заходів, необхідних ресурсів та відповідальних виконавців.

Етап 10. Звітування про результати. Робоча група готує періодичні звіти, що містять інформацію про економічні, соціальні та екологічні результати діяльності компанії. Звіти публікують для ознайомлення акціонерів, партнерів, громади та державних органів, що сприяє зростанню довіри та формуванню позитивного іміджу.

Етап 11. Постійне вдосконалення системної моделі в контексті реінжинірингу сталого розвитку бізнесу. Модель сталого розвитку переглядають щороку або частіше в разі суттєвих змін у внутрішньому чи зовнішньому середовищі. Удосконалення системи здійснюють у межах реінжинірингу бізнес-процесів з огляду на нові ризики й можливості.

Отже, метод формування системної моделі показників сталого розвитку в умовах відновлювальної економіки забезпечує комплексну інтеграцію принципів сталого розвитку в управління бізнесом, сприяючи економічній стабільності, соціальній відповідальності та екологічній безпеці.

Література

1. Кісільов О.І., Данченко О.Б. Формування системи показників сталого розвитку в управлінні бізнесом в умовах відновлювальної економіки. *Управління проектами у розвитку суспільства*. Тези доповідей XXII міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 23 травня 2025 року). Київ: КНУБА, 2025. С. 135–139.
2. Швед В.В., Горобець В.П. Методичні підходи до розробки стратегії підприємства. *Подільський науковий вісник*. 2023. № 2(26). С. 44–49. DOI: <https://doi.org/10.58521/2521-1390-2023-26-9>
3. Кононова О.Є. Дослідження етапів еволюції та шкіл стратегічного управління. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2016. Том 5. № 4(31). С. 24–29. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.81472>
4. Данченко Е.Б., Лепский В.В. Принципы стратегического управления проектами, программами и портфелями медицинского учреждения. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Збірник наукових праць. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Харків: НТУ «ХПІ», 2017. № 3(1225). С. 53–58.
5. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019. *Офіційний вісник Президента України*. 2019. № 21. Ст. 890.

**МЕТРИКИ ОЦІНЮВАННЯ
СИНХРОНІЗАЦІЇ, ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ
УПРАВЛІННЯ ГРУПОЮ БПЛА**

The paper considers a comprehensive approach to evaluating the synchronization, efficiency, and reliability of controlling a group of unmanned aerial vehicles (UAVs). It analyzes general metrics that characterize the speed and effectiveness of task execution, energy efficiency, scalability, adaptability, and fault tolerance. It pays special attention to specific synchronization and formation indicators, like convergence speed, positioning accuracy, trajectory tracking, movement parameter stability, communication efficiency, and recognition reliability. Methods for verifying and validating control algorithms are described, including simulation studies and real-world testing using precision tracking and LiDAR data analysis systems. The proposed set of metrics allows for a comprehensive assessment of UAV swarm performance in various scenarios, increasing the accuracy and reliability of group missions.

Оцінювання продуктивності роїв БПЛА вимагає використання комплексного набору метрик, які охоплюють різні аспекти їх роботи. Загальні метрики містять час завершення завдання та рівень успішності, що відтворюють, наскільки швидко та ефективно рій досягає поставлених цілей [1]. Енергоефективність та використання ресурсів є критично важливими, оскільки оптимізація споживання батареї та інших ресурсів необхідна для продовження операційного терміну служби рою. Масштабованість оцінює здатність системи підтримувати ефективність зі збільшенням розміру рою. Адаптивність вимірює здатність рою пристосовуватися до змін навколишнього середовища та збурень. Надійність і стійкість до відмов оцінюють здатність системи функціонувати в несприятливих умовах та реконфігуруватися в разі відмов окремих роботів [2].

Специфічні метрики для синхронізації та формації передбачають:

- швидкість конвергенції – вимірює, як швидко дрони досягають бажаної формації або синхронізованого стану [3];
- точність локалізації / позиціонування – оцінює помилку в місці розташування;

- точність відстеження траєкторії – визначає, наскільки точно БПЛА дотримуються бажаної траєкторії [4];
- загальні зусилля управління – метрика енергоефективності контролера [4];
- зміна швидкості та кута курсу (*Yaw Angle*) – відстежує конвергенцію швидкості та стабільність кута курсу у формації;
- кількість комунікацій між БПЛА – оцінює стабілізацію кількості комунікацій у стабільній формації;
- точність розпізнавання дронів; наприклад, до 98 % для системи LiSWARM;
- надійність відстеження дронів – вимірюється затримка в десятки мілісекунд для LiSWARM;
- просторова роздільна здатність – спроможність розрізняти об'єкти на близькій відстані.

Верифікація та валідація методів і моделей синхронізації роїв БПЛА є багатоетапним процесом, що передбачає як симуляції, так і реальні випробування.

Симуляції. Широко використовуються для тестування алгоритмів управління. Вони дають змогу оцінювати продуктивність і стійкість у різних сценаріях, зокрема змодельовані збурення, такі як вітер та перешкоди. Симуляції також застосовуються для оцінювання масштабованості системи.

Реальні випробування (Flight Experiments). Вони необхідні для валідації концепцій та алгоритмів у реальних умовах. Приклади передбачають:

- вимірювання продуктивності під час світлових шоу із значною кількістю БПЛА (наприклад, 150 та 500 дронів);
- упровадження систем захоплення руху, таких як *Vicon*, для точної локалізації та контролю в приміщенні;
- порівняння з показниками GPS та візуальними еталонними системами для перевірки точності траєкторії;
- експерименти з реальними хмарами точок LiDAR, зібраними з дронів і птахів, для оцінювання алгоритмів класифікації.

Література

1. Fiveable. (2024, August 21). 4.1 Centralized vs. decentralized control – Swarm Intelligence and Robotics. URL: <https://library.fiveable.me/swarm->

intelligence-and-robotics/unit-4/centralized-vs-decentralized-control/study-guide/GsED5YFNJhZblm8D (дата звернення: 10.07.2025).

2. Qutaiba Ibrahim Ali, Mustafa Qassab. A Resilient and Energy-Efficient Smart Metering Infrastructure Utilizing a Self-Organizing UAV Swarm. *International STEM Journal*, Volume 6 No. 1, June 2025, 58–78. URL: <https://ojie.um.edu.my/index.php/STEM/article/download/58698/18650/174290> (дата звернення: 10.07.2025).
3. Chia-Hsuan Lai, Chian-Yu Lu, Chun-Liang Lin, and Yang-Yi Chen. Enhancing Drone Swarm Efficiency through a High-Flexibility Biomimetic Formation Algorithm. *Drone Systems and Applications*. Just-IN. DOI: <https://doi.org/10.1139/dsa-2024-0066>.
4. Imran, I. H., Wood, K., and Montazeri, A. (2024). Adaptive Control of Unmanned Aerial Vehicles with Varying Payload and Full Parametric Uncertainties. *Electronics*, 13(2), 347. <https://doi.org/10.3390/electronics13020347>

ESG-РИЗИКИ ПРОЄКТІВ ЕКОЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Ecological projects represent a new class of complex initiatives combining environmental and social goals with economic viability. This paper analyzes specific risks through the ESG approach, identifies differences from traditional logistics projects, and proposes integrated risk management approaches. The main conclusion emphasizes the need for adaptive approaches accounting for ecological systems complexity.

Проекти екологістичних систем виникли як відповідь на зростання викликів глобальних екологічних проблем і необхідність трансформації наявних економічних моделей. Такі проекти спрямовані на створення інтегрованих мереж, що забезпечують ефективний рух ресурсів, товарів і послуг з мінімальним впливом на довкілля та максимальною соціальною користю.

Особливістю проектів екологістичних систем є їх багатовимірна властивість, де економічна ефективність досягається в гармонії з екологічною безпекою та соціальною відповідальністю. Це кардинально відрізняється від традиційних логістичних проектів, спрямованих переважно на оптимізацію часу, вартості та якості доставки.

Проекти екологістичних систем, якщо їх порівнювати з традиційними логістичними проектами, мають суттєву різницю щодо цілей, методології та очікуваного результату. Якщо традиційні проекти функціонують за лінійною моделлю «взяти – виробити – викинути» із зосередженням на оптимізації часу й вартості, то екологістичні проекти спрямовані на створення циркулярних, самоорганізованих мереж з багатокритеріальною оптимізацією.

Основною різницею є зміна парадигми від максимізації короткострокового прибутку до оптимізації довгострокової вартості для всіх стейкхолдерів. Часові горизонти екологістичних проектів становлять 10–30 років з постійною еволюцією, якщо порівнювати з 2–5 роками для традиційних ініціатив. Стейкхолдерське середовище значно складніше, і це стосується не лише постачальників, виробників і споживачів, але й екологічних організацій, місцевих спільнот, регуляторів і майбутніх поколінь. Технологічна база визначається високим ступенем інноваційності з використанням невипробуваних «зелених» технологій [1].

ESG-підхід (*Environmental, Social, Governance*) є інтегрованою методологією оцінювання та управління організаційною діяльністю, що зважає на екологічні, соціальні та управлінські аспекти поряд із традиційними фінансовими показниками [2]. ESG-ризики – це потенційні негативні впливи або невизначеності, пов’язані з екологічними факторами (зміна клімату, забруднення, виснаження ресурсів), соціальними аспектами (трудові відносини, права людини, вплив на спільноти) та якістю корпоративного управління (прозорість, етика, управління ризиками) [3]. У контексті проєктів екологістичних систем ESG-ризики набувають особливостей через багатовимірність цілей і складність взаємодій між різними компонентами сталого розвитку.

Екологічні ризики (*Environmental*) мають парадоксальний характер: проєкти створюються для розв’язання екологічних проблем, але можуть стати джерелом нових екологічних викликів. Ризики життєвого циклу передбачають можливість того, що загальний екологічний вплив проєкту перевищить очікувані переваги. Наприклад, проєкт електрифікації транспорту може призвести до збільшення попиту на рідкісні метали для батарей, створюючи екологічні проблеми в регіонах видобутку.

Кліматичні ризики впливають у двох напрямках: фізичні ризики через екстремальні погодні явища можуть порушити функціонування інфраструктури, основаної на відновлюваних джерелах енергії; перехідні ризики виникають з причини швидких змін у кліматичній політиці та технологіях.

Ризики біорізноманіття особливо актуальні для проєктів нової інфраструктури. Навіть екологічно орієнтовані проєкти можуть ненавмисно вплинути на місцеві екосистеми або міграційні шляхи тварин. Ресурсна залежність виникає через зростання конкуренції за матеріали для «зелених» технологій, що може призвести до дефіциту та зростання цін.

Технологічні екологічні ризики пов’язані з можливою неефективністю або непередбаченими побічними ефектами нових технологій. Швидкий розвиток у сфері екологічних інновацій збільшує ймовірність технологічного застарівання обраних рішень.

Соціальні ризики (*Social*) визначаються високою складністю у зв’язку з різноманітністю соціальних груп і далекосяжними наслідками для суспільства. Ризики соціальної справедливості виникають через можливість нерівномірного розподілу переваг від екологістичних проєктів. «Зелений» перехід може поглибити наявні соціальні нерівності, якщо його переваги стануть доступними здебільшого заможним верствам населення.

Ризики зміщення спільнот особливо актуальні для масштабних проєктів інфраструктури. Створення «зелених» виробничих потужностей або електростанцій може призвести до примусового переселення місцевого населення, що створює гуманітарні проблеми та загрожує соціальній ліцензії на діяльність.

Культурні ризики пов'язані з можливим конфліктом між принципами екологістичних систем і традиційними культурними практиками. Трудові ризики мають подвійний характер: створення нових робочих місць у «зелених» галузях може супроводжуватися скороченням зайнятості в традиційних секторах економіки.

Дефіцит кваліфікованих кадрів може стати серйозним обмеженням для реалізації проєктів, а необхідність масштабного перенавчання створює додаткові витрати й соціальні напруження. Ризики громадської участі стосуються складностей залучення місцевих спільнот до планування проєктів.

Управлінські ризики (Governance) відтворюють складність координації багатовимірних цілей і різноманітних стейкхолдерів у межах інноваційних ініціатив. Ризики стратегічного планування виникають через необхідність балансування довгострокових екологічних і соціальних цілей з короткостроковими операційними потребами в умовах високої невизначеності.

Організаційні ризики пов'язані з необхідністю створення нових структур для управління міждисциплінарними процесами. Традиційні функціональні структури можуть виявитися неадекватними для координації екологічних, соціальних і економічних аспектів проєкту.

Ризики стейкхолдер-менеджменту значно складніші через різноманітність і часто суперечливість інтересів зацікавлених сторін. Екологічні організації наполягають на максимальних екологічних стандартах, місцеві спільноти – на соціальних гарантіях, інвестори – на фінансовій ефективності.

Регулятивні ризики визначаються високою динамічністю через швидкий розвиток екологічного законодавства. Фінансові управлінські ризики передбачають складності в залученні фінансування для інноваційних рішень із невизначеними економічними перспективами.

Технологічні управлінські ризики стосуються складності вибору технологічних платформ в умовах швидких змін. Ризики вимірювання ефективності пов'язані з відсутністю загальноприйнятих стандартів для оцінювання багатовимірних результатів проєктів.

Успішне управління ризиками проєктів екологістичних систем вимагає принципово нового підходу, що бере до уваги взаємозв'язки між різними категоріями ризиків.

Таблиця 1. Порівняння підходів до управління ризиками

Аспект	Традиційний підхід	Інтегрований ESG-підхід
Фокус аналізу	Ізольовані ризики	Системні взаємозв'язки
Горизонт планування	Короткостроковий	Довгостроковий
Залучення стейкхолдерів	Обмежене	Партиципативне
Реакція на зміни	Жорстке планування	Адаптивне управління
Інструменти	Традиційні метрики	ESG-індикатори + цифрові технології
Стратегія	Контроль і передбачуваність	Гнучкість і адаптація

Дослідження ризиків проєктів екологістичних систем крізь призму ESG-підходу дало змогу виявити їх принципово новий ризиковий профіль порівняно з традиційними логістичними проєктами. Екологістичні проєкти визначаються багатовимірністю цілей, довгостроковими перспективами планування та необхідністю балансування економічної ефективності з екологічною безпекою та соціальною відповідальністю.

Ключовим висновком є необхідність парадигмального зсуву від реактивних методів контролю ризиків до проактивних адаптивних підходів, що зважають на системну природу екологістичних систем. Це вимагає розвитку нових компетенцій у проєктних командах, зокрема системного мислення, навичок міждисциплінарної співпраці та здатності приймати рішення в умовах високої невизначеності.

Література

1. Ковтун, Т. А. (2021). Класифікація проєктів екологістичних систем. Управління розвитком складних систем, 48, 24–31. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.24-31>
2. ДСТУ ISO 14001:2015 Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2015, IDT). 2015. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 30 с.
3. ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines. 2nd ed. 2018. Geneva: International Organization for Standardization. 16 p.

ЦИРКУЛЯРНІ БІЗНЕС-МОДЕЛІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ЛОГІСТИКИ

The circular economy transforms logistics by enhancing resource efficiency, waste reduction, and product lifecycle extension. This paper reviews key circular economy business models – reuse, repair, recycling, servitization, and industrial symbiosis – and highlights the role of reverse logistics and digital technologies like blockchain. Challenges and benefits of circular economy adoption, with a focus on Ukraine, are discussed. Circular economy in logistics offers strategic opportunities for sustainability and competitive advantage.

У сучасних умовах глобальних екологічних викликів і виснаження природних ресурсів циркулярні бізнес-моделі стають ключовим інструментом інноваційного розвитку логістичної діяльності. Циркулярна економіка є економічною моделлю, спрямованою на збереження цінності ресурсів у виробничо-логістичних ланцюгах протягом усього життєвого циклу продукції. Інноваційність циркулярного підходу полягає в кардинальній трансформації традиційних логістичних процесів: від закупівлі, виробництва, дистрибуції до повернення, відновлення, повторного використання або безпечної утилізації. На відміну від традиційної лінійної моделі «взяти – виробити – викинути», циркулярні бізнес-моделі створюють замкнені матеріальні потоки та формують інноваційні логістичні рішення.

За характером впливу на логістичну діяльність циркулярні бізнес-моделі можна поділити на три основні групи.

1. Власне логістичні моделі визначаються безпосередньою трансформацією логістичних операцій і створенням нових логістичних процесів. До цієї групи належать: повторне використання (*Reuse Model*), зворотна логістика (*Reverse Logistics*) та логістика як послуга (*Logistics-as-a-Service*). Ці моделі формують спеціалізовані ланцюги збирання, оброблення та перерозподілу ресурсів, де логістика є основною функцією.

2. Бізнес-моделі, що трансформують логістику, передбачають сервіталізацію (*Servitization*), ремонт і відновлення (*Repair & Refurbishment*), перероблення (*Recycling*). Вони змінюють традиційні логістичні вимоги та створюють принципово нові типи потоків. Ці моделі не є суто логістичними

за природою, але кардинально змінюють логістичні процеси компаній, вимагаючи нових підходів до управління ланцюгами постачань.

3. Мережеві моделі з логістичним компонентом містять індустріальну симбіозність (*Industrial Symbiosis*) і цифрові платформи обміну ресурсами (*Resource Sharing Platforms*). Ці моделі створюють міжорганізаційні мережі взаємодії, де логістика є важливим координаційним елементом і формує складні екосистеми з множинними логістичними зв'язками між учасниками (табл. 1).

Таблиця 1. Класифікація циркулярних бізнес-моделей за впливом на логістику

Група моделей	Характеристика впливу на логістику	Приклади моделей	Логістичні інновації
Власне логістичні	Безпосередня трансформація логістичних операцій	Повторне використання, зворотна логістика, логістика як послуга	Спеціалізовані системи збирання та підготовки, реверсивні потоки, сервісна логістика
Що трансформують логістику	Зміна логістичних вимог та створення нових потоків	Сервіталізація, ремонт і відновлення, перероблення	Комплексне управління життєвим циклом, маршрути збирання та повернення
Мережеві з логістичним компонентом	Формування міжорганізаційних логістичних зв'язків	Індустріальна симбіозність, платформи обміну ресурсами	Координація потоків між учасниками мережі, цифрова логістика

Модель повторного використання (*Reuse Model*) належить до власне логістичних моделей і передбачає повернення продукції або упаковки для повторного застосування без значного перероблення. Компанія *Loop (TerraCycle)* реалізує платформу багаторазової упаковки споживчих товарів за допомогою спеціалізованої логістичної мережі [1].

Зворотна логістика (*Reverse Logistics*) як самостійна бізнес-модель створює спеціалізовані системи збирання та транспортування товарів від споживачів назад до виробників або переробників. DHL активно розвиває послуги зворотної логістики, забезпечуючи оброблення повернень онлайн-замовлень і створюючи замкнені цикли матеріальних потоків [2].

Логістика як послуга (*Logistics-as-a-Service*) надає доступ до логістичних функцій через хмарні платформи без необхідності власної інфраструктури.

Amazon за допомогою програми *Buy with Prime* дає змогу бізнесам використовувати логістичну інфраструктуру *Amazon* без продажу на їх платформі [3], а *Uber Freight* забезпечує комплексні логістичні рішення через цифрову платформу.

Модель ремонту та відновлення (*Repair & Refurbishment Model*) трансформує традиційну логістику, створюючи маршрути збирання вживаних товарів, їх доправлення до сервісних центрів та повернення на ринок. *IKEA* успішно розвиває програму викупу та перепродажу вживаних меблів через власні логістичні канали [4].

Модель перероблення (*Recycling Model*) формує зворотні логістичні ланцюги для збирання та транспортування відходів до переробних підприємств. *Dell* організовує зворотну логістику для збирання електроніки та відновлення цінних матеріалів з використанням технологій замкнутого циклу [5].

Сервіталізація (*Product-as-a-Service*) кардинально змінює логістичні вимоги, переходячи від простого переміщення товарів до комплексного управління життєвим циклом продукції. *Philips* (тепер *Signify*) демонструє цей підхід, пропонуючи освітлення як сервіс з повним логістичним супроводом.

Індустріальна симбіозність (*Industrial Symbiosis*) створює складні міжорганізаційні логістичні мережі для координації потоків матеріалів між підприємствами. Промислова зона *Kalundborg Symbiosis* у Данії успішно демонструє обмін ресурсами між численними компаніями за допомогою інтегрованої логістичної системи, що функціонує з початку 1970-х років [2].

Цифрові платформи обміну ресурсами (*Resource Sharing Platforms*) використовують інформаційні технології для створення мереж обміну матеріалами та активами. *Rheaply* підтримує платформу для організацій, що дає змогу перенаправляти матеріали від звалищ і забезпечувати значні заощадження завдяки повторному використанню ресурсів.

Висновки. Циркулярні бізнес-моделі в логістиці – це стратегічний інструмент інноваційного розвитку, що дає змогу зменшити залежність від сировинних ресурсів, підвищити економічну ефективність і адаптуватися до вимог сталого розвитку. Завдяки циркулярним бізнес-моделям можна кардинально переосмислити логістичні ланцюги з погляду вартості, тривалості та ефективності, забезпечуючи конкурентні переваги та інноваційний потенціал як для бізнесу, так і для суспільства загалом.

Упровадження циркулярних бізнес-моделей як стратегія інноваційного розвитку потребує міжсекторної співпраці, інвестицій у цифрові технології, адаптації інфраструктури та змін у споживчій поведінці. Попри виклики,

такі як початкові інвестиції та організаційна складність, інноваційні переваги передбачають зменшення екологічного сліду, зростання ефективності використання ресурсів і відкриття нових ринкових можливостей.

Література

1. TerraCycle. Loop Platform. <https://www.packaging-gateway.com/features/loop-reusable-packaging/>
2. DHL. Circular Economy Logistics. <https://www.dhl.com/us-en/home/innovation-in-logistics/logistics-trend-radar/circularity-reverse-logistics.html>
3. Amazon. Buy with Prime. <https://buywithprime.amazon.com/>
4. IKEA. Circular services. <https://about.ikea.com/en/sustainability/a-world-without-waste/circular-services>
5. Dell. Recovery and Recycling Services. <https://www.dell.com/en-us/dt/corporate/social-impact/advancing-sustainability/electronics-recycling/>

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЄКТНОГО ПІДХОДУ ДО ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗЕРНОВИХ КОМПЛЕКСІВ

The paper substantiates the necessity of applying project management approach to grain complex logistics support. The research proves that grain logistics fully corresponds to fundamental project characteristics: uniqueness, temporality, goal orientation, stakeholder multiplicity, and resource constraints. The agricultural sector specificity requires specialized project methodologies considering seasonality, storage peculiarities, and transportation of agricultural products, making project approach absolutely necessary for grain complex logistics management.

Логістичне забезпечення зернових комплексів є критично важливим для стабільності економіки України, оскільки ця галузь не лише підтримує продовольчу безпеку, але й забезпечує значні валютні надходження від експорту зернових культур. Україна посідає одне з провідних місць серед світових постачальників зерна, і ефективне функціонування логістичних ланцюгів зернових безпосередньо впливає на конкурентоспроможність вітчизняної продукції на міжнародних ринках. Проте традиційні функціональні підходи до управління логістичними процесами в зернових комплексах виявляються недостатньо ефективними в умовах сучасних викликів: волатильності ринків, необхідності швидкої адаптації до змін зовнішнього середовища, зростання вимог до якості.

Застосування проєктного підходу до логістичного забезпечення зернових комплексів ґрунтується на фундаментальних принципах сучасного проєктного менеджменту. Логістичне забезпечення зернових комплексів повністю відповідає сучасному розумінню проєкту як форми організації діяльності в умовах динамічних змін зовнішнього середовища. Як зазначає О. Павлова, «позиціонування проєктної діяльності в самостійну галузь менеджменту пов'язано з інтенсифікацією змін в економіці, пов'язаних з посиленням конкуренції і таких, що потребують швидкої реакції компаній» [1].

Ця теза особливо актуальна для сфери агрологістики, оскільки зернові комплекси функціонують в умовах підвищеної невизначеності: сезонних коливань попиту та пропозиції, волатильності цін на світових ринках, змін регуляторного середовища та кліматичних ризиків. Проєктний підхід дає змогу ефективно управляти цією невизначеністю за допомогою створення тимчасових

команд фахівців, які спільно прикладають зусилля для досягнення унікального результату логістичного забезпечення.

Аналіз характеристик логістичного забезпечення зернових комплексів крізь призму ознак проєкту дає змогу обґрунтувати необхідність упровадження проєктного підходу (табл. 1).

Таблиця 1. Проєктні характеристики логістичного забезпечення зернових комплексів

Ознаки проєкту	Прояв у логістичному забезпеченні зернових комплексів
Унікальність	Кожна система логістичного забезпечення має унікальні особливості: специфічні умови зберігання, індивідуальні схеми транспортування, різноманітні технологічні процеси
Тимчасовість	Чітко визначені фази життєвого циклу з обмеженням у часі, синхронізація із сезонними циклами збирання врожаю
Цілеспрямованість	Множина взаємопов'язаних цілей: оптимізація витрат, забезпечення якості, мінімізація втрат, підвищення швидкості оброблення
Обмеженість ресурсів	Жорсткі ресурсні обмеження, значна капіталоемність, тривалий строк окупності
Множинність стейкхолдерів	Численні зацікавлені сторони з різними інтересами: власники комплексів, логістичні провайдери, транспортні компанії, регулятори
Критерій проєктності	Прояв у логістичному забезпеченні зернових комплексів
Унікальність	Кожна система логістичного забезпечення має унікальні особливості: специфічні умови зберігання, індивідуальні схеми транспортування, різноманітні технологічні процеси

Кожна система логістичного забезпечення зернового комплексу визначається унікальними особливостями, що відрізняють її від аналогічних систем інших підприємств. На думку А. Горяїнова, «агрологістика – вид галузевої логістики, що управляє матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками в сільському господарстві» [2]. Ця унікальність виявляється в особливих умовах зберігання зернових культур, індивідуальних схемах транспортування, різноманітних технологічних процесах перероблення та унікальній конфігурації учасників логістичного ланцюга. Як наголошує Т. Ковтун, «логістична послуга – це комплекс послуг з виконання замовлення споживача на проведення роботи з організації та управління потоковими процесами з метою їх оптимізації» [3]. Саме ця комплексність

та індивідуальність робить неможливим використання стандартизованих рішень і вимагає проєктного підходу до створення кожної конкретної системи логістичного забезпечення.

Логістичне забезпечення зернових комплексів має чітко визначені фази життєвого циклу проєкту, кожній з яких властиві особливі цілі та обмеження в часі. Згідно з дослідженням Т. Ковтун, «фреймова мережа продуктів фаз життєвого циклу проєкту має передінвестиційну, інвестиційну, експлуатаційну, регенеративну та ліквідаційну фази» [3]. У контексті проєктного підходу до логістичного забезпечення ці фази набувають особливого змісту:

- передінвестиційна фаза – аналіз логістичних потреб, вибір оптимальних рішень, техніко-економічне обґрунтування;
- інвестиційна фаза – створення фізичної інфраструктури, впровадження інформаційних систем, формування команди;
- експлуатаційна фаза – введення системи в експлуатацію, оперативне управління логістичними процесами, оптимізація процесів, модернізація обладнання, адаптація до змін ринку;
- ліквідаційна фаза – виведення застарілих елементів системи, реконфігурація логістичної мережі.

Важливою особливістю є сезонність функціонування зернових комплексів, що вимагає синхронізації проєктних активностей з циклами збирання врожаю та ринковими коливаннями.

Проєкт логістичного забезпечення зернового комплексу спрямований на досягнення множини взаємопов'язаних цілей, що визначають його як багатокритеріальну систему. На думку А. Павлова, «інтегральне досягнення безлічі цілей приймається як основний критерій формування портфеля проєктів» [1]. До ключових цілей проєкту логістичного забезпечення належать:

- оптимізація логістичних витрат;
- якість збереження зернових культур;
- мінімізація втрат під час транспортування;
- підвищення швидкості оброблення замовлень;
- гарантування відповідності екологічним стандартам.

Продуктом такого проєкту стає інтегрована логістична система, що містить фізичну інфраструктуру, інформаційні технології, організаційні процеси та кваліфікований персонал, – унікальне рішення, яке не може бути створене поза проєктними методологіями.

Реалізація проєкту логістичного забезпечення зернового комплексу передбачає участь численних зацікавлених сторін із різними інтересами

та компетенціями. За класифікацією Т. Смокової, учасники проєкту поділяються на «внутрішні зацікавлені сторони (основні та другорядні) та зовнішні зацікавлені сторони (прямі та опосередковані)» [4]. До основних учасників проєкту логістичного забезпечення належать: власники зернових комплексів, логістичні провайдери 3PL- та 4PL-рівня, транспортно-експедиторські компанії, митні брокери, страхові компанії та регуляторні органи. Складність координації такої кількості різнопланових стейкхолдерів робить застосування проєктних методологій управління єдино можливим способом досягнення синергетичного ефекту. Формування ефективних інтеграційних зв'язків між цими учасниками є критично важливим для успіху проєкту, оскільки розрив цих зв'язків може призвести до негативних наслідків аж до закриття проєкту.

Отже, проєкти логістичного забезпечення зернових комплексів визначаються великою капіталоемністю, тривалим життєвим циклом і реалізуються в умовах жорстких ресурсних обмежень. Особливу складність створює специфіка аграрного сектора з його унікальними викликами. Агропромислова логістика функціонує в умовах підвищеної невизначеності: сезонність постачання сировини, волатильність цін на зернові культури, вплив погодних та кліматичних факторів, регуляторні зміни в аграрній політиці, геополітичні впливи на експортні можливості. Така особливість робить проєктний підхід абсолютно необхідним інструментом управління логістичним забезпеченням зернових комплексів.

Література

1. Павлова О.А. Формування портфеля проєктів розвитку компанії в процесі agile-трансформації. Одеса: ОНМУ, 2022, С. 25, 77
2. Горяїнов А.Н. Поєднання функцій та завдань міської логістики та агрологістики. Харків: ДБУ, С. 45
3. Ковтун Т.А. Екологістичні системи в проєктах сталого розвитку. Одеса: ОНМУ. С. 147, 185
4. Смокова Т.М. Ризико-орієнтоване управління інтеграцією в проєктах транспортно-логістичної інфраструктури. Одеса: ОНМУ. С. 16, 65

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЄКТНОГО ПІДХОДУ ДО УПРАВЛІННЯ СТАЛИМИ ЛОГІСТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ

The research explores sustainable logistics systems projects and their management specifics. The paper analyzes the evolution from traditional to sustainable logistics systems, highlighting the transition from linear to circular economy models. The study focuses on PMBOK 7 performance domains application for sustainable logistics projects management. The paper defines sustainable logistics system projects and outlines their distinctive characteristics, including multi-dimensional objectives and long-term impact orientation.

У сучасних умовах глобалізації та зростання екологічної свідомості суспільства питання сталого розвитку стають пріоритетними для всіх галузей економіки, зокрема й логістики. Традиційні логістичні системи, орієнтовані тільки на економічну ефективність, більше не відповідають вимогам сучасного бізнес-середовища та суспільним очікуванням. Логістична галузь є одним із найбільших споживачів енергетичних ресурсів і джерелом викидів парникових газів. Зростання вимог споживачів до екологічності продукції та послуг, посилення екологічного законодавства, а також необхідність оптимізації витрат в умовах нестабільності ринків роблять упровадження сталих логістичних систем не просто бажаним, а критично важливим для конкурентоспроможності підприємств.

Традиційна логістична система за класичним визначенням є адаптивною системою із зворотним зв'язком, що виконує ті або інші логістичні функції та містить підсистеми, які мають розвинуті зв'язки із зовнішнім середовищем [1]. Основна мета такої системи – забезпечення доправлення потрібного товару необхідної кількості в певний час і в конкретне місце з мінімальними витратами. Стала логістична система еволюціонує від цього класичного підходу, зберігаючи його основні функціональні характеристики, але розширюючи цільові орієнтири. Це адаптивна система зі зворотним зв'язком, що виконує логістичні функції з огляду на принципи сталого розвитку та містить підсистеми, які мають розвинуті зв'язки із зовнішнім середовищем і орієнтовані на створення довгострокової цінності для всіх стейкхолдерів.

Ключова різниця полягає в тому, що стала логістична система оптимізує не лише традиційні параметри 7R (*right product, right quantity, right condition,*

right place, right time, right customer, right cost), але й додає восьмий параметр – *right impact* (правильний вплив на довкілля та суспільство).

Традиційна логістична система зосереджується переважно на короткостроковій економічній ефективності, використовуючи лінійну модель «взяти – виробити – викинути» [2]. Рішення приймаються на основі критеріїв вартості, швидкості та надійності доручення. Екологічні та соціальні аспекти розглядаються як зовнішні обмеження або додаткові витрати. Стала логістична система натомість інтегрує економічні, екологічні та соціальні критерії в єдину систему прийняття рішень. Вона спрямована на довгострокове створення цінності та використовує циркулярну модель, де відходи одного процесу стають ресурсами для іншого. Такий підхід дає змогу не лише зменшити негативний вплив на довкілля, але й створити нові можливості для бізнесу.

Таблиця 1. Основні принципи сталих логістичних систем

Вимір сталості	Принципи	Практичне застосування
Економічний	Оптимізація загальних витрат життєвого циклу	Урахування всіх витрат від виробництва до утилізації
	Ефективність використання ресурсів	Максимізація віддачі від кожної одиниці ресурсів
	Створення довгострокової цінності	Інвестування в рішення з тривалим ефектом
	Інноваційність та адаптивність	Упровадження нових технологій та бізнес-моделей
Екологічний	Мінімізація негативного впливу	Скорочення викидів, відходів, споживання ресурсів
	Використання відновлюваних ресурсів	Перехід на чисту енергію та екологічні технології
	Циркулярність процесів	Замкнуті цикли, повторне використання, перероблення
	Збереження екосистем	Захист біорізноманіття та природних ресурсів
Соціальний	Справедливі умови праці	Безпека, гідна оплата, розвиток персоналу
	Розвиток спільнот	Підтримка місцевої економіки та соціальних ініціатив
	Доступність послуг	Забезпечення рівного доступу до логістичних послуг
	Етичність та прозорість	Відкритість операцій та відповідальне ведення бізнесу

Проектний підхід є каталізатором трансформації традиційних логістичних систем у сталі, оскільки дає змогу системно підійти до розв'язання комплексних завдань, що потребують координації різноманітних ресурсів, компетенцій та стейкхолдерів. Особливість створення сталих логістичних систем полягає в необхідності одночасної уваги до множини критеріїв та обмежень, що робить проектний підхід найбільш доцільним інструментом управління.

Сфери ефективності проєктів сталих логістичних систем за *PMBOK 7* [3]

Сфера ефективності стейкхолдерів (*Stakeholder Performance Domain*)

набуває критичного значення в проєктах сталих логістичних систем унаслідок значного розширення кола зацікавлених сторін. Окрім традиційних учасників (замовники, постачальники, підрядники), до процесу активно залучаються екологічні організації, місцеві спільноти, регуляторні органи та представники майбутніх поколінь. Ефективність цієї сфери визначається здатністю налагоджувати продуктивні робочі відносини з усіма стейкхолдерами протягом усього життєвого циклу проєкту.

Сфера ефективності команди (*Team Performance Domain*) визначається необхідністю формування міждисциплінарних команд, склад яких передбачає експертів з логістики, екології, соціології, економіки та інженерії. Команди сталих логістичних проєктів мають володіти не лише технічними компетенціями, але й розумінням принципів сталого розвитку, здатністю працювати в умовах високої невизначеності та готовністю до постійного навчання. Особлива увага приділяється розвитку культури співпраці та відповідальності за довгострокові наслідки рішень.

Сфера ефективності підходу до розроблення та життєвого циклу (*Development Approach and Life Cycle Performance Domain*) вимагає адаптації традиційних методологій управління проєктами до специфіки сталих рішень. Це передбачає впровадження ітеративних підходів для тестування інноваційних рішень, інтеграцію принципів *Design for Sustainability* на всіх етапах проєкту та розширення розгляду життєвого циклу від створення до кінцевої утилізації компонентів системи.

Сфера ефективності планування (*Planning Performance Domain*) у контексті сталих логістичних систем визначається необхідністю інтеграції множини критеріїв та обмежень. Планування має одночасно зважати на економічні показники, екологічні стандарти й соціальні вимоги. Це потребує застосування спеціалізованих методів, таких як *Life Cycle Assessment (LCA)*,

Total Cost of Ownership (TCO) та *Social Return on Investment (SROI)*, для всебічного оцінювання альтернатив і прийняття збалансованих рішень.

Сфера ефективності проєктної роботи (*Project Work Performance Domain*) зосереджується на забезпеченні ефективного виконання робіт з огляду на принципи сталості. Це передбачає оптимізацію процесів для мінімізації відходів і споживання ресурсів, використання екологічно чистих технологій та матеріалів, а також забезпечення безпечних умов праці для всіх учасників проєкту. Особлива увага приділяється моніторингу екологічного й соціального впливу під час виконання робіт.

Сфера ефективності постачання (*Delivery Performance Domain*) в сталих логістичних системах розширюється від традиційного зосередження на функціональних характеристиках до забезпечення цінності для всіх стейкхолдерів. Постачання передбачає не лише технічні результати, але й досягнення екологічних цілей, соціальних ефектів і довгострокової стійкості системи.

Сфера ефективності вимірювання (*Measurement Performance Domain*) набуває особливої складності через необхідність одночасного моніторингу економічних, екологічних і соціальних показників. Система вимірювання має містити як традиційні проєктні метрики (час, бюджет, якість), так і спеціалізовані індикатори сталості (вуглецевий слід, споживання ресурсів, соціальний вплив).

Сфера ефективності невизначеності (*Uncertainty Performance Domain*) особливо актуальна для сталих логістичних проєктів через високий рівень інноваційності та довгостроковість впливу. Проєкти мають зважати на кліматичні зміни, еволюцію екологічного законодавства, технологічні прориви та зміни споживчих преференцій. Ефективне управління невизначеністю передбачає сценарне планування, створення адаптивних рішень і розроблення механізмів швидкого реагування на зміни зовнішнього середовища.

Література

1. Christopher, M. *Logistics and Supply Chain Management*. 6th Edition, Pearson Education, 2022.
2. McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., Piecyk, M. *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics*. 3rd Edition, Kogan Page, 2021.
3. Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*, Seventh Edition. PMI, 2021.

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРОБЛЕМИ КОМУНІКАЦІЙ У ВЕЛИКИХ КОРПОРАТИВНИХ ІТ-ПРОЄКТАХ

This article examines communication challenges in large-scale corporate IT projects. It analyzes the impact of distributed teams, subcontractors, and varying access levels on information flow. A systematic approach to communication management is emphasized. This includes reliable channels, integrated platforms, and role-based access control. Systematizing communication issues helps identify risks and regulate access rights. It also supports transparency and measures to prevent errors and conflicts.

У сучасних умовах цифрових технологій і зростання масштабів корпоративних ІТ-проектів обмін інформацією є ключовим фактором успішної роботи команд. Він впливає на всі етапи життєвого циклу проекту – від початку до завершення та подальшої підтримки. Більшість таких проектів реалізуються за участю команд з різних міст і країн, із залученням підрядників і фахівців із різним рівнем доступу до внутрішніх даних.

Такі умови збільшують обсяг інформаційних потоків і створюють ризики – дублювання даних, втрату важливих повідомлень або їх неправильне тлумачення. Це також може впливати на безпеку та конфіденційність інформації. Згідно з РМВoК, управління комунікаціями в проектах передбачає процеси створення, збору, передачі, збереження та впорядкування інформації, щоб вона була доступною в необхідний час і в правильному вигляді [1].

У корпоративних ІТ-проектах значна частина затримок і помилок виникає через відсутність у команд єдиного підходу до організації роботи та чітко сформульованих вимог до кінцевого результату. Коли учасники проекту по-різному інтерпретують завдання або не мають спільного бачення етапів його виконання, зростає ризик дублювання зусиль, неправильного розподілу ресурсів і появи суперечливих рішень. Це зі свого боку призводить до додаткових витрат часу на узгодження, повторне виконання робіт і виправлення помилок, що негативно впливає на строки реалізації та якість кінцевого продукту.

Робота з віддаленими командами та підрядниками в корпоративних ІТ-проектах потребує не лише надійних і безпечних каналів обміну

інформацією, а й системного підходу до організації комунікацій. Це передбачає вибір інструментів, що підтримують синхронну й асинхронну взаємодію, наприклад відеоконференції, чати, електронну пошту та інтегровані платформи управління проєктами. Важливим є забезпечення контролю доступу до інформації відповідно до ролей учасників, що дає змогу захищати конфіденційні дані та одночасно підтримувати ефективну співпрацю. Також необхідно впроваджувати механізми фіксації та централізованого зберігання документів і повідомлень, щоб уникнути втрат контексту проєкту під час ротації персоналу або залучення нових учасників. Сучасні інструменти комунікації мають допомагати масштабуванню, автоматизації та гнучкому налаштуванню прав доступу залежно від ролей і завдань. Правильно налаштований доступ дає змогу визначити, яка інформація та в якому обсязі надається кожному учаснику [2, 3].

Систематизація проблем комунікацій у корпоративних ІТ-проєктах є важливим кроком для підвищення ефективності управління інформаційними потоками. Вона дає змогу чітко визначити джерела ризиків і пріоритизувати заходи щодо їх усунення, спрямовуючи ресурси на критично важливі аспекти. На рис. 1 зображено узагальнену класифікацію чинників, що зумовлюють ускладнення обміну інформацією між командами та підрозділами в ІТ-проєктах.

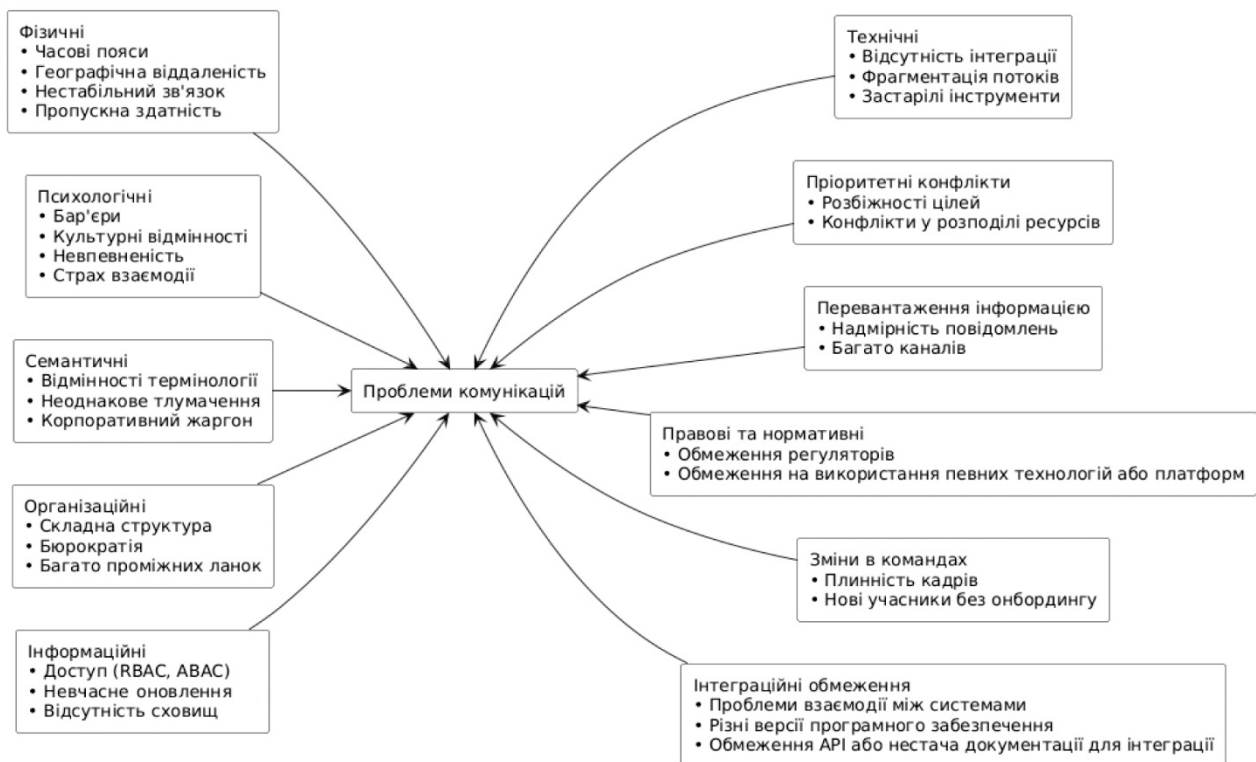


Рис. 1. Проблеми комунікації корпоративних ІТ-проєктів

Отже, систематизація проблем комунікацій у корпоративних IT-проектах є важливою для забезпечення чіткого контролю доступу до інформації, упорядкування корпоративних процесів і підвищення прозорості взаємодії між командами. Такий підхід дає змогу системно виявляти потенційні ризики, регулювати права учасників проекту відповідно до їх ролей і рівня довіри та формувати підґрунтя для планування заходів щодо запобігання інформаційним помилкам і конфліктам.

Література

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (2021). Seventh Edition: Project Management Institute, 250 p.
2. Das, S., Mitra, B., Atluri, V., Vaidya, J., Sural, S. (2018). Policy Engineering in RBAC and ABAC. In: Samarati, P., Ray, I., Ray, I. (eds) From Database to Cyber Security. Lecture Notes in Computer Science(), vol 11170. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04834-1_2
3. Coyne E., Weil T.R. ABAC and RBAC: Scalable, Flexible, and Auditable Access Management. IT Professional. 2013. Vol. 15, no. 3. P. 14–16. URL: <https://doi.org/10.1109/mitp.2013.37>

УПРОВАДЖЕННЯ ГНУЧКИХ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ VR ТА AR В ОСВІТІ

The article reveals the potential of virtual and augmented reality as flexible digital tools for engagement in the educational process. The theoretical justification of the feasibility of introducing VR/AR technologies into the educational environment is carried out, their functional and didactic features are analyzed. The advantages, limitations and prospects of using these tools in the formation of cognitive activity, critical thinking, spatial imagination and digital competence of education seekers are determined. The need for methodological integration of VR/AR into pedagogical design and personalization of learning is substantiated.

Цифровізація освіти вимагає переосмислення традиційних підходів до організації навчального процесу. Гнучкість, адаптивність та залученість стають визначальними характеристиками сучасного навчального середовища. Серед широкого спектра цифрових технологій особливу увагу привертають інструменти віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності, які дають змогу створювати інтерактивні освітні простори з високим рівнем когнітивної та емоційної залученості. Вони не лише трансформують форми подання навчального матеріалу, але й змінюють саму природу освітньої взаємодії.

У класичному розумінні навчання передбачає лінійну побудову освітньої взаємодії: від викладання теоретичного матеріалу до перевірки його засвоєння. Гнучке навчання, натомість, спирається на індивідуальні потреби, різноманітність форматів подання інформації, адаптивність до змін середовища [1]. Цифрові технології нового покоління, зокрема VR та AR, відповідають цим критеріям, оскільки дають змогу моделювати варіативне освітнє середовище, гнучке до стилю мислення, темпу сприйняття та рівня готовності здобувача.

VR/AR-технології інтегруються в сучасну освітню парадигму, що передбачає не лише трансляцію знань, а й активне конструювання навчального досвіду; це забезпечує належний ступінь інтерактивності, залученість до навчального середовища та високу мотивацію. Віртуальна реальність створює повністю змодельоване середовище, що допомагає проводити симуляції, експерименти й реконструкції, які є недоступними в традиційних умовах. Доповнена реальність збагачує фізичне середовище навчання цифровими елементами, розширюючи його функціональні межі. Обидві

технології сприяють розвитку просторового мислення, креативності, логічному аналізу, формуванню ключових компетентностей у студентів.

Нині існує чимало досліджень [2], спрямованих на встановлення потенційної ролі, яку AR і VR можуть забезпечити в покращенні навчання, надаючи студентам практичний досвід у різних освітніх галузях, використовуючи технології доповненої та віртуальної реальності для моделювання навчальних середовищ.

Ефективне впровадження VR/AR в освітній процес передбачає [2]:

- цільове орієнтування та прогнозування результатів;
- створення сценаріїв інтерактивної діяльності;
- інтеграцію в навчальні програми;
- інструменти оцінювання результатів взаємодії з цифровими об'єктами.

VR/AR дають змогу реалізовувати проєктне, дослідницьке, проблемно-орієнтоване навчання з високим рівнем персоналізації. Ці технології створюють умови для самостійного або групового занурення в моделювання реальних ситуацій, для ефективного розв'язання практичних завдань і експериментування в безпечному цифровому середовищі. Студент є не пасивним здобувачем знань, а активним учасником освітнього процесу, здатним приймати рішення, аналізувати наслідки, формувати індивідуальну траєкторію пізнання. Такий підхід сприяє розвитку навичок дослідницької діяльності, критичного мислення, саморефлексії, відповідальності та спроможності до міждисциплінарної інтеграції. Гнучкість VR/AR полягає в можливості адаптації до індивідуального темпу й стилю навчання, інтеграції в різні моделі освітнього процесу (традиційна, дистанційна, змішана форма), а також у сприянні інклюзивності. Попри очевидні переваги, використання VR та AR супроводжується низкою обмежень:

- технічна доступність (вартість обладнання, інфраструктурні умови);
- потреба в спеціальній підготовці педагогічних кадрів;
- дефіцит якісного навчального контенту українською мовою;
- психофізіологічні обмеження (тривале перебування у віртуальному середовищі може спричинити втому, дезорієнтацію, потребує регламентування тривалості занурення).

Розв'язання зазначених проблем потребує комплексного підходу, що передбачає підготовку кадрів, інфраструктурне забезпечення та створення якісного педагогічного контенту. Подолання цих бар'єрів вимагає інституційної підтримки, розроблення нормативно-методичної бази, підвищення цифрової компетентності педагогів.

VR та AR відкривають можливості для адаптації навчального процесу до індивідуальних траєкторій здобувачів освіти. Індивідуальний темп, формат подання інформації, складність завдань – усе це може бути налаштовано відповідно до особистісних потреб. Це надзвичайно важливо для студентів з різними стилями навчання, рівнем попередньої підготовки, мовними або когнітивними особливостями.

Подальші дослідження в цій сфері мають бути спрямовані на:

- створення адаптивних навчальних систем, що поєднують VR/AR зі штучним інтелектом для персоналізованого навчання;
- емпіричне оцінювання ефективності застосування технологій у різних дисциплінах;
- розроблення педагогічних моделей і стандартів інтеграції VR/AR у навчальні плани;
- вивчення впливу VR/AR на формування *soft skills* разом з емоційним інтелектом, креативністю, командною роботою.

Віртуальна й доповнена реальність – це ефективні гнучкі цифрові інструменти залучення здобувачів освіти. Їх запровадження змінює характер освітньої взаємодії, підвищує якість навчального досвіду та створює умови для персоналізованого, адаптивного навчання. Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення педагогічних моделей інтеграції VR/AR у навчальні курси, емпіричне вивчення ефективності таких технологій, а також формування цифрової культури освітнього середовища.

Література

1. Слупська Я. Застосування віртуальної реальності (VR) у освіті, «Молодий вчений», № 9 (109), С. 82–88. 2022. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-9-109-19>
2. Круглик В. Інтеграція технологій доповненої та віртуальної реальності з адаптивними системами навчання: аналіз концептуальних моделей, Освітологічний дискурс, № 4(43), 2023. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2023.44>

Куліков О.М.¹, Бедрій Д.І.²

¹Черкаський державний технологічний університет

²Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут радіо і телебачення», Національний університет «Одеська політехніка»

МЕТОД УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЄКТІВ У СФЕРІ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

In the context of uncertainty in the road construction industry in Ukraine, project portfolio management should be systematic, flexible and strategically oriented. Effective management of a road project portfolio at the implementation stage requires not only adherence to schedules and budgets, but also active coordination of participants, digital monitoring and adaptation to changes. The proposed method combines strategic planning with management flexibility, which ensures sustainable infrastructure development even in conditions of instability.

В умовах турбулентного зовнішнього середовища, характерного для галузі дорожнього будівництва в Україні, управління портфелем проєктів має бути системним, гнучким та стратегічно орієнтованим. Його головна мета полягає у забезпеченні узгодженого та ефективного виконання інфраструктурних ініціатив, де кожен проєкт реалізується в рамках визначених обмежень із досягненням запланованих результатів.

У роботі [1] авторами запропоновано метод формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва. Ефективне управління портфелем проєктів дає змогу державі або регіону втілювати стратегічну інфраструктурну політику, оперативно реагувати на зміни зовнішніх умов, забезпечувати прозорість управлінських рішень і підтримувати стабільну роботу транспортної мережі [2].

Метою цього дослідження є розробка методу управління портфелем проєктів у сфері дорожнього будівництва, який наведено на рис. 1.

1. Ініціація портфеля проєктів у галузі дорожнього будівництва. Формалізується рішення про управління портфелем проєктів, визначаються відповідальні органи, окреслюються межі, джерела фінансування, а також попередньо аналізуються масштаби, географія та ключові виклики реалізації.

2. Наповнення інформаційної бази управління портфелем проєктів. Здійснюється збір повної інформації щодо потенційних проєктів портфеля: технічні характеристики, фінансування, стадії виконання, місце розташування, ризики, документи та соціальний вплив.

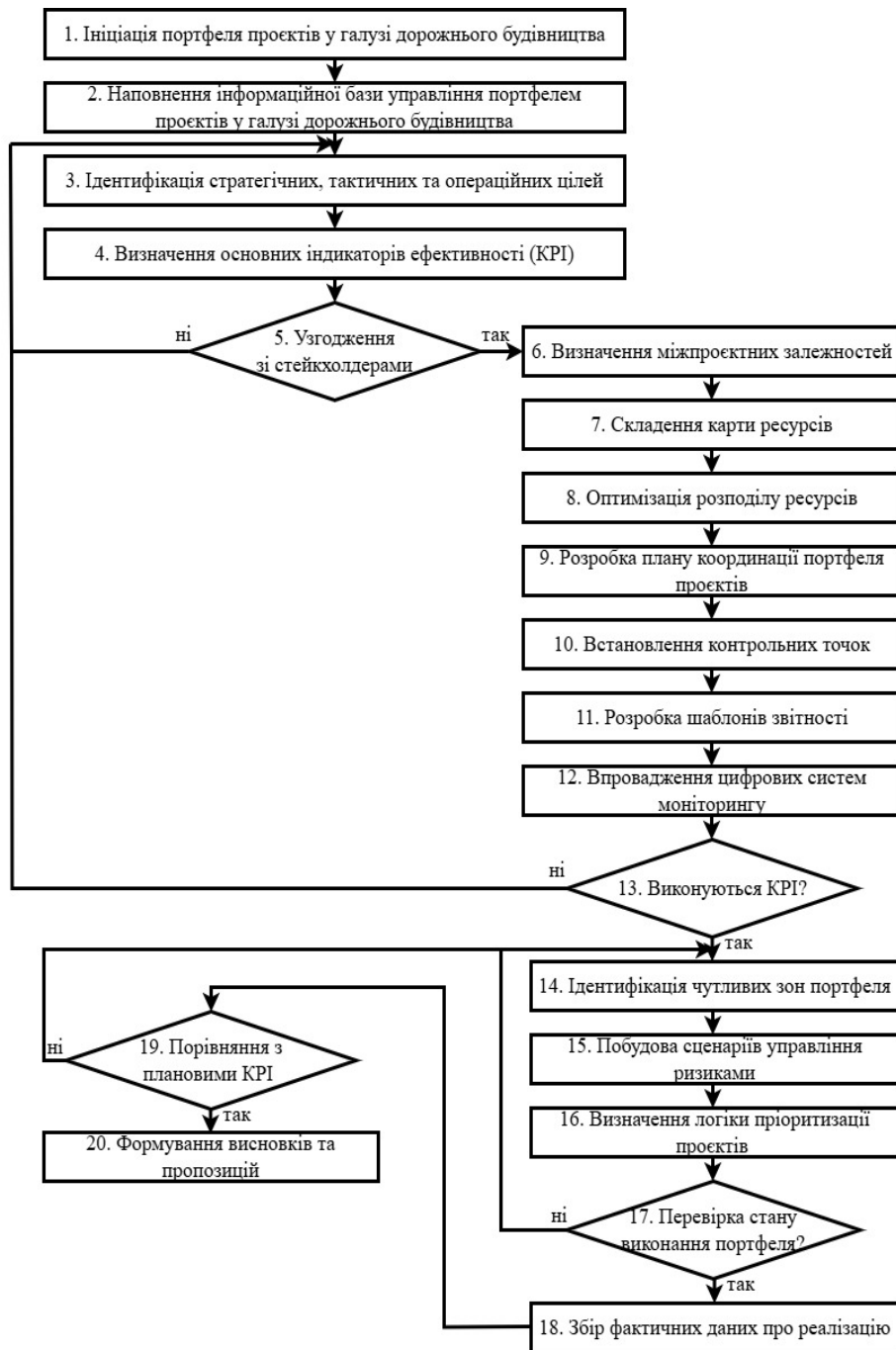


Рис. 1. Метод управління портфелем проєктів у галузі дорожнього будівництва

3. Ідентифікація стратегічних, тактичних та операційних цілей. Формулюються цілі управління на різних рівнях – від розвитку інфраструктури до раціонального використання ресурсів, які мають бути логічно пов’язані між собою для забезпечення цілісності управлінського підходу.

4. Визначення ключових індикаторів ефективності (KPI). Оцінюються ключові показники досягнення цілей (наприклад, обсяг виконаних робіт, фінансування, економія часу), що формуються за принципами SMART і погоджуються зі стейкхолдерами для подальшого моніторингу.

5. Узгодження зі стейкхолдерами? Усі напрацювання узгоджуються з основними зацікавленими сторонами (влада, громади, підрядники, донори), що дозволяє підвищити прозорість, зменшити ризики і за потреби, повернутися до корекції цілей або КРІ (п. 3).

6. Визначення міжпроектних залежностей. Аналізуються зв'язки між проектами за технічними, логістичними, фінансовими чи нормативними аспектами; будується матриця залежностей, яка дозволяє уникнути дублювань і забезпечує злагоджене планування реалізації.

7. Складання карти ресурсів. Проводиться інвентаризація наявних ресурсів (технічних, фінансових, людських, інформаційних) із деталізацією за регіонами та термінами. Ця карта стане основою для подальшого ефективного розподілу ресурсів.

8. Оптимізація розподілу ресурсів. На основі ресурсної карти планується графік використання ресурсів з урахуванням обмежень і пріоритетів, із застосуванням моделей оптимізації. Це дозволяє мінімізувати простой та уникати конфліктів між проектами.

9. Розробка плану координації портфеля проектів. Створюється план взаємодії учасників портфеля з чіткими правилами, каналами комунікації та відповідальностями. Це забезпечує скоординовану роботу без дублювання функцій.

10. Встановлення контрольних точок (milestones). Визначаються основні етапи реалізації (milestones), за якими контролюється хід виконання робіт. Це дозволяє оперативно виявляти затримки та коригувати дії.

11. Розробка шаблонів звітності. Формуються уніфіковані шаблони звітів для фіксації прогресу проектів за основними напрямками – фінанси, графік, технічні результати, ризики, що забезпечує прозорість і якість управлінських рішень.

12. Впровадження цифрових систем моніторингу. Використовуються аналітичні платформи для збору й візуалізації даних у реальному часі. Це сприяє швидкому реагуванню на проблеми й підвищує доступність інформації для всіх учасників.

13. Виконуються КРІ? Проводиться аналіз досягнення встановлених КРІ; у разі відхилень, то повернення до корекції цілей (п. 3), якщо показники відповідають очікуванням, то перехід до наступного етапу (п. 14).

14. Ідентифікація чутливих зон портфеля. Визначаються проекти або ділянки, найбільш вразливі до ризиків (погода, бойові дії, ціни, тендери). Це дозволяє сконцентрувати управлінську увагу на проблемних моментах.

15. Побудова сценаріїв управління ризиками. Розробка альтернативних сценаріїв дій на випадок реалізації ризиків із чіткими умовами запуску, ресурсами та очікуваними наслідками, що підвищує стійкість портфеля.

16. Визначення логіки пріоритизації проєктів. Встановлюється обґрунтований порядок реалізації проєктів із використанням логістичних стратегій (FIFO, LIFO, FEFO, HIFO), що дозволяє ефективно розподіляти ресурси.

17. Перевірка стану виконання портфеля? Здійснюється регулярна оцінка відповідності ходу реалізації запланованим цілям; за потреби відбувається повернення до корекції ризиків і сценаріїв (п. 14).

18. Збір фактичних даних про реалізацію. Фіксується вся інформація щодо реалізації проєктів (документи, фото, GPS-дані, відгуки), що забезпечує повноту аналітики й контроль за виконанням.

19. Порівняння з плановими KPI. Фактичні результати зіставляються з плановими індикаторами для оцінки ефективності реалізації. За необхідності проводиться коригування портфеля (перехід до п. 14).

20. Формування висновків та пропозицій. Формується звіт із висновками, виявленими проблемами та рекомендаціями для подальших проєктів, що слугує основою для майбутнього стратегічного планування.

Отже, ефективне управління портфелем дорожніх проєктів на етапі реалізації вимагає не лише дотримання графіків і бюджету, а й активної координації учасників, цифрового моніторингу та адаптації до змін. Запропонований метод поєднує стратегічне планування з гнучкістю управління, що забезпечує стійкий розвиток інфраструктури навіть за умов нестабільності.

Література

1. Куліков О.М., Бедрій Д.І. Метод формування портфелів проєктів у галузі дорожнього будівництва. *Управління проектами у розвитку суспільства*. Тези доповідей XXII міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 23 травня 2025 року). Київ: КНУБА, 2025. С. 152–156.
2. Вівчар О.І. Формування логістичної стратегії системи економічної безпеки підприємств транспорту із застосуванням апарату економіко-математичного моделювання. *Review of transport economics and management*. 2019. Вип. 1(17). С. 89-95. DOI: [https://doi.org/10.15802/rtem.v0i1\(17\).176490](https://doi.org/10.15802/rtem.v0i1(17).176490)

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

The safe operation of buildings and structures depends on the timely detection of defects, damage and the overall technical condition of structures. It is established that information technologies open up new opportunities in the field of diagnostics of the technical condition of buildings and structures. The active participation of the state in the formation of the regulatory framework, support for pilot projects, and the development of scientific research in this area will contribute to the widespread use of modern monitoring systems.

Безпечна експлуатація будівель і споруд залежить від вчасного виявлення дефектів, пошкоджень та загального технічного стану конструкцій. Крім цього, ефективне управління технічним станом будівель і споруд неможливе без упровадження сучасних цифрових технологій. У зв'язку з цим зростає актуальність застосування інформаційних технологій для збору, аналізу та візуалізації даних про технічний стан об'єктів нерухомості. Упровадження цифрових систем моніторингу дає змогу підвищити точність діагностики, вчасно реагувати на негативні зміни в конструкціях і оптимізувати витрати на обстеження та ремонт [1]. У цьому контексті важливим завданням є формування візії майбутнього таких систем, що сприятиме зменшенню експлуатаційних ризиків, підвищенню безпеки та продовженню терміну служби об'єктів. Інформаційні технології суттєво розширюють можливості моніторингу та аналізу стану конструкцій, даючи змогу оперативно реагувати на зміни та попереджувати аварії (табл. 1).

Інформаційні системи діагностики технічного стану будівель і споруд перебувають на етапі стрімкого розвитку. Використання інноваційних технологій, зокрема IoT, AI, Digital Twins та AR, відкриває нові горизонти у сфері моніторингу та управління життєвим циклом об'єктів. Майбутнє за інтегрованими, автоматизованими та інтелектуальними системами, здатними забезпечити надійність і довговічність будівельного фонду.

Важливим напрямом розвитку інформаційних систем у досліджуваній сфері є інтеграція з технологіями Інтернету речей (IoT). Установлення мережі сенсорів, що передають інформацію в реальному часі, дає змогу постійно

відслідковувати ключові параметри стану конструкцій – температурні зміни, вібрації, деформації, вологість тощо.

Таблиця 1. Аналіз та порівняння інформаційних технологій діагностики технічного стану будівель і споруд (сформовано на основі [2; 3; 4])

Технологія	Призначення	Переваги
Інтернет речей (IoT)	Збір даних у реальному часі з фізичних сенсорів	Оперативність, точність, автоматизація моніторингу
Штучний інтелект (AI)	Аналіз, прогнозування та виявлення дефектів	Можливість прогнозу та аналізу великих обсягів даних
Цифровий двійник	Створення віртуальної копії об'єкта з оновленням	Глибоке моделювання та тестування сценаріїв
Доповнена реальність (AR)	Візуалізація технічного стану на об'єкті	Зручність для інженерів і технічного персоналу на місці
Інтеграція з BIM	Актуалізація проєктної інформації, формування цифрових паспортів	Систематизація інформації, контроль змін об'єкта

Алгоритми штучного інтелекту й машинного навчання можуть ідентифікувати закономірності в змінах технічного стану, виявляти потенційні дефекти, прогнозувати їх розвиток. Це дає змогу приймати обґрунтовані рішення щодо ремонту або модернізації об'єктів.

Технологія цифрових двійників (Digital Twins) передбачає створення віртуальної копії реального об'єкта, яка оновлюється в реальному часі на основі показників із сенсорів. Такий підхід забезпечує глибоку візуалізацію, моделювання сценаріїв пошкоджень та оцінювання ефективності інженерних рішень.

Інтеграція мобільних застосунків і доповненої реальності (AR) дає змогу фахівцям на місці огляду отримувати інформацію про стан конструкцій у режимі реального часу, накладаючи цифрові дані на фізичний об'єкт за допомогою планшетів або окулярів доповненої реальності.

Інформаційні системи діагностики можуть бути інтегровані з BIM для актуалізації проєктної документації, контролю за змінами та формування цифрових паспортів будівель [5].

Найближчим часом очікується зростання ролі відкритих платформ із гнучкою архітектурою, що дають змогу адаптувати інформаційні системи до умов конкретного об'єкта. Активна участь держави у формуванні

нормативної бази, підтримка пілотних проєктів, розвиток наукових досліджень у цій сфері сприятимуть значному поширенню сучасних систем моніторингу.

Загалом інформаційні технології відкривають нові можливості в царині діагностики технічного стану будівель і споруд. Комбіноване використання IoT, AI, Digital Twins, AR і BIM сприятиме високому рівню безпеки, надійності та ефективності управління будівельним фондом. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розвиток стандартів сумісності між системами та зниження бар'єрів упровадження в практику.

Література

1. Терентьев О.О., Київська К.І., Доля О.В., Бородиня В.В. Розроблення програмного забезпечення підсистеми інтелектуальної інформаційної технології діагностики технічного стану екологічних будівель. Управління розвитком складних систем. 2020. № 41. С. 101–108.
2. Михайленко В.М., Терентьев О.О., Шабала Є.Є. Аналіз сучасних інформаційних методів системи діагностики технічного стану будівель. Управління розвитком складних систем. 2017. № 29. С. 136–142.
3. Василенко І.О., Демченко М.І. Системи моніторингу технічного стану будівельних конструкцій. Вісник будівництва та архітектури. 2022. № 2(38). С. 45–52.
4. Михайленко В.М., Григоровський П.Є., Русан І.В., Терентьев О.О. Інтегровані моделі і методи автоматизованої системи діагностики технічного стану об'єктів будівництва: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2017. 230 с.
5. Андрухов В., Басістий В., Мартинюк Ю., Гладкий С. Інформаційні технології в оцінці технічних характеристик житлових будівель. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2023. Вип. 1(34). С. 146–151.

ВИБІР СТОРОННЬОГО ІНСТРУМЕНТУ РОЗРОБЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ДОКАЗІВ ДЕМПСТЕРА – ШЕФЕРА

Selecting third-party libraries in modern IT projects is a multi-criteria decision complicated by uncertainty, incomplete data, and conflicting assessments. This study applies the Dempster – Shafer theory of evidence, using the Dubois – Prade disjunctive rule to preserve all plausible hypotheses in high-conflict cases. The method yields confidence intervals that reflect both minimal and maximal support for each option, guiding safer and more informed library selection in dynamic, data-diverse environments.

Сторонні інструменти розроблення – це бібліотеки, фреймворки, сервіси або SDK, створені третіми сторонами, які розширюють або спрощують функціональність ІТ-проектів. Вони дають змогу розробникам використовувати готові рішення замість створення всього з нуля. Це пришвидшує розроблення, зменшує витрати й підвищує якість продукту в разі правильно підібраного інструменту.

Процес вибору сторонніх інструментів розроблення розглядається як періодично повторюване завдання в ІТ-проектах. Зі зростанням залежності від зовнішніх сторонніх інструментів розроблення процес ухвалення рішень про їх вибір перетворився від відносно простого технічного аналізу до складної багатокритеріальної задачі, що передбачає увагу до низки технічних, людських та економічних критеріїв, а також ризиків і невизначеностей.

У контексті вибору сторонніх інструментів розроблення актуальним завданням є пошук підходів багатокритеріального аналізу, здатних зважати не лише на нечіткість, а й на неповноту, ненадійність і конфліктність інформації, що надходить із різних джерел. Для розв’язання задачі вибору сторонніх інструментів у роботі запропоновано використати теорію доказів Демпстера – Шефера [1], яка дає змогу працювати з частковими оцінками впевненості та зважає на невизначеність і незнання. У виборі сторонніх інструментів розроблення в термінах теорії Демпстера – Шефера можна скласти простір суджень, який охоплює всі можливі взаємовиключні гіпотези щодо підтримки певного інструменту чи їх комбінації (у разі моделювання невпевненості).

Для розгляду кожної гіпотези щодо критеріїв доцільно залучати декілька джерел інформації: оцінки команди проекту, попередній досвід експертів, висновки незалежних аналітиків чи відгуки інших розробників.

Для кожного інформаційного джерела варто розподілити ступені підтримки між усіма можливими гіпотезами. Нечітка, неповна, ненадійна й конфліктна інформація з джерела може бути виражена як підтримка комбінації гіпотез. Ступенем підтримки є значення від 0 до 1, яке оцінює впевненість у відповідній гіпотезі, і це значення можна тлумачити як вагу доказу на користь гіпотези.

Теорія надає математичний підхід для подання та комбінування свідчень або доказів. Докази, отримані з декількох джерел, варто поєднувати за допомогою одного з переліку методів [1], що не є вичерпаним. Необхідно зважати, що правило комбінації Демпстера може давати інтуїтивно несподіваний результат у разі високого конфлікту – суперечлива інформація «змивається» нормалізацією, що здатна призводити до повної або надмірної впевненості в одній гіпотезі та втрати інформативності. Натомість правило є доцільним для ситуацій, коли джерела інформації переважно узгоджені, а рівень конфлікту є низьким.

Інші методи дають змогу розв'язувати конфлікт певною мірою та мають відповідні призначення щодо використання залежно від умов, куди впроваджувати. У процесі розв'язання задачі вибору стороннього інструменту запропоновано впроваджувати метод диз'юнктивної згоди Дюбуа – Праде, орієнтований на об'єднання всіх доказів, навіть конфліктних, з різних джерел – без придушення суперечностей і без примусу до згоди між ними. Замість того щоб шукати єдину правильну гіпотезу, формуються об'єднані гіпотези, які охоплюють усі потенційно можливі погляди.

Результат такого підходу менш точний, але значно безпечніший, оскільки жодна з гіпотез не втрачається. Метод має низьку вибірковість – він не дає змогу зробити остаточний вибір, а лише накопичує всі варіанти. Його доцільно застосовувати, коли важливо уникнути втрати потенційно цінної інформації через конфлікт між джерелами. Метод ефективний для ситуацій, де принаймні одне з джерел може бути надійним, але достеменно невідомо яке саме. Такий підхід корисний, коли потрібно зберегти всі можливі гіпотези для подальшого аналізу або уточнення.

Після комбінування доказів для кожної гіпотези можна зрозуміти мінімальну, гарантовану, однозначну, беззаперечну й повну її підтримку.

Крім того, можна зрозуміти максимально можливу підтримку гіпотези на базі усіх спільних доказів щодо її правильності.

Рішення щодо самого вибору вимагає комплексного аналізу інтервалу довіри для кожної гіпотези на основі мінімальної та максимальної підтримки. Ширина інтервалу прямо вказує на рівень невизначеності. Широкий інтервал означає, що докази є неповними або неоднозначними, і це робить висновки менш надійними.

Фінальне рішення ґрунтується на порівнянні гіпотез за мінімальною та максимальною підтримками, й обирається те, для якого значення є найвищими, що визначають найбільш надійну підтримку гіпотези, що характеризує інструмент.

Отже, упровадження теорії доказів Демпстера – Шефера дасть змогу адаптувати постановку завдання до реалій вибору сторонніх інструментів розроблення в умовах сучасних ІТ-проєктів, де переважає невизначеність, динамічність і множинність джерел інформації.

Література

1. Sentz, K., & Ferson, S. Combination of Evidence in Dempster-Shafer Theory. Sandia National Laboratories, 2002. Report No. SAND2002-0835. Available at: <https://www.osti.gov/servlets/purl/976207> (accessed 17 May 2025).

СИТУАЦІЙНА ОБІЗНАНІСТЬ В УПРАВЛІННІ ІТ-ПРОЄКТАМИ

Situational awareness (SA) is fundamental to successful IT project management, allowing managers to make informed and timely decisions in a complex and dynamic environment. It provides a comprehensive understanding of the project context and changing circumstances, going beyond a simple awareness of current events to a deep understanding of their significance and the ability to predict future states.

Ситуаційна обізнаність (СО) є фундаментальною концепцією, що визначається як здатність сприймати, розуміти та ефективно реагувати на навколишнє середовище. Ця здатність охоплює усвідомлення поточних обставин, збір та аналіз відповідної інформації, а також прийняття обґрунтованих рішень для реагування на потенційні ризики чи події. Основна мета СО полягає у сприянні швидким та безпечним діям шляхом покращення процесу прийняття рішень людиною [1]. Перехід застосування СО з фізичних середовищ, де загрози є безпосередніми та відчутними (наприклад, пілот бачить інший літак), до складних цифрових доменів в ІТ, є значною трансформацією. В ІТ-контексті СО передбачає розуміння динамічного цифрового ландшафту, що включає моніторинг використання мережі, шаблонів трафіку, поведінки користувачів, стану систем та виявлення очікуваних кіберзагроз шляхом постійних оцінок, аудитів та моніторингу в реальному часі. На відміну від фізичних небезпек, загрози в ІТ часто є абстрактними, такими, що розвиваються, і менш безпосередньо помітними. Це вимагає переосмислення того, що сприймається, розуміється та прогнозується. Успішне застосування СО в ІТ потребує спеціалізованих інструментів та навчання, щоб зробити ці абстрактні елементи «сприйнятливими» та дієвими. Таким чином, СО є універсальною когнітивною основою для прийняття рішень в умовах невизначеності, але її ефективна реалізація вимагає глибокої адаптації до конкретної галузі, особливо у способах збору, аналізу та представлення інформації [2]. Небезпека в ІТ часто проявляється як повільна, непомітна деградація стану проєкту (наприклад, технічний борг, розповзання обсягу робіт, збої в комунікації), а не раптова подія, що вимагає зосередження на розпізнаванні «ранніх ознак» та «тонких сигналів» [3].

Розглянемо модель доктора Міки Ендслі, розроблена у 1995 році, надає широко визнану фундаментальну основу для розуміння СО, деталізуючи когнітивні процеси та механізми, які люди використовують для оцінки ситуацій. Важливо, що для досвідчених фахівців це не є жорстким лінійним процесом, а скоріше інтегративним та динамічним.

Рівень 1. Сприйняття (Perception). Цей початковий етап передбачає активне спостереження та збір вихідних даних та інформації про елементи поточного середовища, використовуючи як людські відчуття, так і різні технологічні джерела. В управлінні ІТ-проєктами це означає збір даних з панелей моніторингу проєктів, систем моніторингу в реальному часі, комунікацій команди та розпізнавання конкретних подій, таких як нові запити на зміни або системні сповіщення. Точність та повнота цього початкового сприйняття безпосередньо впливають на якість усіх наступних етапів СО.

Рівень 2. Розуміння (Comprehension). Після сприйняття цей етап вимагає обробки зібраної інформації, оцінки та аналізу отриманих даних, а також розуміння їх значення та важливості в даному контексті. Він передбачає синтез розрізнених фрагментів інформації для формування цілісної, послідовної ментальної моделі поточної ситуації, подібно до досягнення глибокого розуміння прочитаного, а не просто декодування слів. Для керівників ІТ-проєктів це означає інтерпретацію тенденцій у метриках проєкту, розуміння першопричин проблем та усвідомлення наслідків технічних викликів або зворотного зв'язку від зацікавлених сторін.

Рівень 3. Прогнозування (Projection). Це найвищий та найдосконаліший рівень СО, на якому люди використовують своє сформоване розуміння для передбачення та прогнозування майбутніх подій, станів або змін у найближчому майбутньому. Ця прогностична здатність є навичкою, що набувається та вдосконалюється з часом завдяки досвіду, знанням та безперервному навчанню, що дозволяє приймати справді проактивні рішення. В ІТ-проєктах це може включати прогнозування потенційних затримок, передбачення майбутніх вразливостей безпеки або очікування реакції зацікавлених сторін на зміни в проєкті.

Ці три рівні СО взаємопов'язані та кульмінують у здатності приймати обґрунтовані рішення та виконувати ефективні дії. У динамічному середовищі ІТ-проєктів, яке характеризується швидкими змінами та складністю, процес СО не може бути одноразовою, послідовною дією. Натомість, він функціонує як безперервний, ітераційний цикл, де нові сприйняття постійно живлять уточнене розуміння, що призводить до оновлених прогнозів, які, у свою чергу,

інформують про нові дії та подальші сприйняття. Інтегративний характер моделі Ендслі означає, що ці рівні постійно взаємодіють. Здатність «прогнозувати майбутній стан» є навичкою, яка набувається з часом. Це підкреслює, що СО в управлінні ІТ-проєктами полягає не просто в доступі до даних, а в розвитку когнітивної здатності та досвіду для ефективної інтерпретації цих даних та передбачення майбутніх станів. Ця здатність формується через цілеспрямовану практику, навчання на попередніх проєктах (вивчені уроки) та, потенційно, через сценарне навчання та симуляції. Це підкреслює, що СО тісно пов'язана з розробкою «ментальних моделей», які дозволяють людям інтегрувати інформацію, розуміти її значення та робити корисні прогнози щодо ймовірних майбутніх подій та станів. Завдання для керівників ІТ-проєктів полягає не тільки в *отриманні* даних, а й у *швидкому та точному їх осмисленні* в швидкоплинному, часто неоднозначному середовищі.

Розглянемо ключові переваги ситуаційної обізнаності для успіху ІТ-проєктів. Ситуаційна обізнаність є критично важливою основою для успішного прийняття рішень, особливо в складному та динамічному ландшафті управління ІТ-проєктами. Вона надає керівникам проєктів можливість приймати обґрунтовані, своєчасні та ефективні рішення, забезпечуючи чітке та всебічне розуміння контексту проєкту та обставин, що змінюються.

Високий рівень СО дозволяє здійснювати справді проактивне управління ризиками, даючи змогу окремим особам та командам виявляти потенційні ризики та небезпеки на ранніх етапах їх життєвого циклу та вживати відповідних, превентивних заходів для їх пом'якшення або уникнення. Це включає здатність передбачати поширені підводні камені проєктів, такі як затримки в графіку, перевищення бюджету та розповзання обсягу робіт, перш ніж вони переростуть у серйозні проблеми. Наприклад, раннє виявлення нових проблем, будь то технічні помилки, конфлікти ресурсів або кіберзагрози, може значно зменшити ризик незапланованих простоїв, мінімізувати збитки та скоротити фінансові втрати. СО допомагає змінити парадигму управління проєктами з реактивного «гасіння пожеж» на проактивну оборону та стратегічний підхід до реагування.

Застосування СО в управлінні ІТ проєктами виходить за рамки простого технічного виявлення ризиків, таких як збої системи або порушення безпеки. Воно охоплює цілісне розуміння стратегічних, організаційних та людських ризиків. Керівник проєкту з високим рівнем СО не просто переглядає технічні звіти, а й оцінює рівень залученості зацікавлених сторін, відстежує моральний дух команди та аналізує зовнішні ринкові чи регуляторні зміни. Такий всебічний

погляд дозволяє розробити більш надійну та ефективну стратегію пом'якшення ризиків, запобігаючи збоєм проєктів, які часто виникають через нетехнічні фактори. Здатність «передбачати потенційні проблеми» та «прогнозувати майбутні події» означає, що СО функціонує як справжня «система раннього попередження». Ця проактивна можливість є особливо цінною, оскільки традиційні панелі управління проєктами іноді можуть «заспокоювати, а не розкривати», маскуючи приховані проблеми, доки вони не стануть критичними. Отже, СО полягає у формуванні культури пильності та дослідження, активному пошуку тонких «сигналів у розмовах», «індикаторів настрою постачальників» або «детекторів розповзання обсягу робіт», які вказують на глибинні, системні проблеми.

Високий рівень ситуаційної обізнаності безпосередньо призводить до підвищення продуктивності та операційної ефективності в професійному середовищі. Завдяки пильному спостереженню за проєктом середовищем, керівники проєктів можуть передбачати виникаючі потреби, проактивно вирішувати потенційні проблеми та ефективніше розподіляти ресурси.

Ця підвищена обізнаність дозволяє проєктним командам швидко виявляти та усувати вузькі місця, вирішувати проблеми по мірі їх виникнення та адаптувати плани для врахування змінних пріоритетів або непередбачених викликів, тим самим підтримуючи динаміку проєкту та забезпечуючи своєчасну доставку цінності. Для технічних операторів, таких як ті, що керують промисловими системами управління (що аналогічно командам ІТ-операцій та підтримки), СО значно покращує ефективність, відфільтровуючи нерелевантний «візуальний шум» та надаючи висококонтекстуалізовану, легко інтерпретовану інформацію. Це призводить до таких переваг, як швидша ідентифікація проблем, максимальний час безвідмовної роботи системи, зменшення втоми від сигналів тривоги, підвищення операційної узгодженості та зменшення кількості помилок. Незалежні оцінки навіть повідомляли про п'ятикратне покращення виявлення аномальних ситуацій до того, як це вплине на доступність системи, та 37% покращення успішності вирішення аномальних ситуацій, коли вони виникають.

СО діє як каталізатор для оптимізованого розподілу ресурсів та оптимізації робочих процесів. Вона допомагає подолати поширені виклики, такі як нестача ресурсів та неефективне управління ними, які часто зустрічаються в ІТ-проєктах. Надаючи «чіткий огляд використання та потужності ресурсів» та «інформацію в реальному часі про завантаженість команди», СО дозволяє керівникам проєктів виявляти як недовикористані,

так і перевантажені ресурси. Це виходить за рамки статичного планування до динамічної оптимізації в реальному часі. Така здатність не тільки показує, хто зайнятий, а й *чому* вони зайняті та *який вплив* це має на загальний графік та якість проєкту. Високий рівень СО дозволяє гнучко перерозподіляти ресурси, запобігаючи єдиним точкам відмови, уникаючи вигорання команди та забезпечуючи належне забезпечення критично важливих завдань. Збільшення операційної узгодженості та зменшення кількості помилок безпосередньо пов'язують СО з покращенням якості проєкту. Коли команди обізнані з ситуацією, вони менш схильні робити «помилки, які можуть залишитися непоміченими», що призводить до зменшення дефектів та доопрацювань. Цей проактивний контроль якості, що керується СО, в кінцевому підсумку покращує кінцевий продукт, що призводить до кращого досвіду користувача, зменшення проблем після запуску та підвищення репутації організації.

Ситуаційне управління проєктами, що ґрунтується на високому рівні СО, зосереджується на критично важливій здатності адаптувати плани на льоту та ефективно реагувати на зміни по мірі їх виникнення, особливо в ситуаціях, які за своєю суттю важко змінити. Ця вроджена гнучкість є незамінною для навігації в надзвичайно динамічному та часто непередбачуваному середовищі ІТ-проєктів. СО значно підвищує загальну адаптивність організації, дозволяючи окремим особам та командам розуміти та передбачати нові загрози або зміни в контексті, тим самим сприяючи обґрунтованим та своєчасним реакціям. У ширшому сенсі, вона дозволяє організаціям «ефективно реагувати та адаптуватися» до широкого спектра мінливих обставин. Панелі управління проєктами, що є ключовим інструментом для розвитку СО, відіграють життєво важливу роль у підвищенні узгодженості зацікавлених сторін. Пропонуючи настроювані перегляди, адаптовані до різних аудиторій, ці панелі сприяють прозорості та формують спільне розуміння цілей, прогресу та викликів проєкту. Ефективна та проактивна комунікація, що керується високим рівнем СО, гарантує, що зацікавлені сторони отримують відповідну та своєчасну інформацію, що, у свою чергу, формує позитивне ставлення, довіру та постійну підтримку проєкту. Крім того, ситуаційно обізнаний підхід заохочує проактивну взаємодію з клієнтами та ключовими зацікавленими сторонами на ранніх етапах планування, що є вирішальним для уточнення вимог та управління очікуваннями, тим самим значно зменшуючи ймовірність дорогого розповзання обсягу робіт. СО є рушійною силою організаційної гнучкості та довіри. Вона допомагає подолати такі виклики, як «нечіткі цілі та завдання» та неузгодженість зацікавлених сторін. СО дозволяє керівникам

проектів «бачити кожну ситуацію такою, якою вона є, та відповідно адаптувати свій стиль управління». Це означає відхід від жорсткого дотримання початкових планів, коли реальність диктує інший курс. Для зацікавлених сторін СО сприяє «прозорій комунікації» та забезпечує їх «постійну інформованість з самого початку етапу планування проекту». Ця адаптивність не є лише реактивною; вона полягає в *проактивному коригуванні* на основі прогнозованих майбутніх станів. Це дозволяє проектним командам «змінювати напрямок за потреби» та ефективно керувати очікуваннями, що є критично важливим для задоволеності зацікавлених сторін. Коли зацікавлені сторони почуваються поінформованими, розуміють обґрунтування змін та бачать, як проект інтелектуально адаптується до викликів, довіра зростає. Це призводить до сильнішої підтримки, зменшення опору необхідним змінам та більш сприятливого середовища для співпраці. Здатність адаптуватися та підтримувати задоволеність зацікавлених сторін безпосередньо впливає на ключові показники успіху проекту, такі як дотримання бюджету та термінів. Проактивно вирішуючи зміни та керуючи очікуваннями, СО допомагає уникнути дорогих доопрацювань та затримок, які часто виникають через неузгоджені очікування або зміни вимог на пізніх етапах. Це створює позитивний цикл, де краща СО призводить до більш плавного виконання проекту, що, у свою чергу, посилює довіру зацікавлених сторін та додатково покращує здатність команди адаптуватися до майбутніх викликів.

Ситуаційна обізнаність є незамінним елементом успішного управління ІТ-проектами. Вона виходить за рамки простого усвідомлення поточних подій, охоплюючи глибоке розуміння їх значення та здатність прогнозувати майбутні стани. Модель Ендслі, що включає сприйняття, розуміння та прогнозування, є фундаментальною основою, яка, хоча й має коріння у високоризикових фізичних середовищах, була ефективно адаптована до динамічного та часто абстрактного ландшафту ІТ.

Високий рівень ситуаційної обізнаності надає численні переваги, які безпосередньо впливають на успіх ІТ-проектів. Вона значно покращує прийняття рішень, дозволяючи керівникам проектів та командам приймати обґрунтовані та своєчасні рішення, переходячи від реактивного «гасіння пожеж» до проактивного управління ризиками. Це включає здатність передбачати та пом'якшувати типові проблеми, такі як розповзання обсягу робіт, перевищення бюджету та затримки графіків. Крім того, СО підвищує ефективність та продуктивність команди за рахунок оптимізованого розподілу ресурсів, швидшого виявлення та усунення вузьких місць, а також покращення

якості продукту. Нарешті, вона сприяє адаптивності до змін та підвищує задоволеність зацікавлених сторін, забезпечуючи прозору комунікацію та спільне розуміння, що зміцнює довіру та співпрацю.

Література

1. Zhao, X., Yongchareon, S., & Cho, N. (2021). Enabling situational awareness of business processes. *Bus. Process. Manag. J.*, 27, 779–795. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2020-0331>
2. Lippe, S., & Brocke, J. (2016). Situational Project Management for Collaborative Research Projects. *Project Management Journal*, 47, 76 – 96. <https://doi.org/10.1002/pmj.21561>
3. Flach, J. (2015). Situation Awareness. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 9, 59 - 72. <https://doi.org/10.1177/1555343414561087>

Мазуренко М.П.¹, Коваленко А.С.², Качков С.О.³

¹*Черкаський державний технологічний університет*

²*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький*

³*Університет економіки та права «КРОК», м. Київ*

ІНТЕГРОВАНА КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ ЕКСПОРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

The report presents the Integrated Conceptual Model of Enterprise Export Project Management. It combines three types of export projects into a single structured system focused on increasing the efficiency of foreign economic activity. The model provides automated selection of project initiatives depending on the stage of the export life cycle and external conditions, integrating analytical, adaptive and monitoring processes with resource planning and related services.

У попередніх дослідженнях предметної галузі проєктів експортної діяльності [1, 2] з'ясовано, що ПЕД відрізняються від традиційних виробничих або логістичних проєктів. На основі цього було запропоновано три основні типи ПЕД [2]: тип 1 – проєкти перебудови й адаптації виробництва під зовнішні ринки; тип 2а – проєкти попереднього аналізу зовнішнього ринку; тип 2б – проєкти моніторингу зовнішнього ринку під час продажу продукції власного виробництва. У цьому разі логістика, сертифікація, доставка, митне оформлення розглядаються як супутні процеси, що беруться до уваги, але не становлять інтерес дослідження [3].

Отже, необхідно розробити концептуальну модель управління ПЕД, що об'єднає їх три типи в єдину систему управління. Розглянемо структуру такої моделі.

Модель називається «Інтегрована концептуальна модель управління проєктами експортної діяльності підприємства» (ІКМ-ПЕД) і вона містить три основні рівні:

1. Рівень стратегічного аналізу та ініціації ПЕД.
2. Рівень класифікації та структурування типів проєктів.
3. Рівень координації, моніторингу та коригування виконання ПЕД.

На вході моделі формується запит від підприємства щодо необхідності експорту товару. Інформацією для аналізу будуть: тип продукції, наявні виробничі потужності, цільовий ринок (країна / регіон), регуляторні вимоги, досвід експортної діяльності, бізнес-цілі [4].

Перелічимо структурні блоки моделі.

1. Блок попереднього аналізу готовності до експорту. Він передбачає: SWOT-аналіз експортного потенціалу, визначення поточного етапу життєвого циклу експортної діяльності (початковий / активний / зрілий), оцінювання ризиків зовнішнього середовища.

2. Блок класифікації та ініціації типу ПЕД [2]. На основі вхідної інформації та результатів аналізу запускається один або кілька типів проєктів: тип 1, тип 2а, тип 2б.

3. Блок формування мультипроєктного портфеля ПЕД. Містить об'єднання ініційованих проєктів у портфель, призначення пріоритетів, побудову логічної та часової залежності між проєктами, визначення відповідальних осіб і відділів.

4. Блок управління ресурсами ПЕД. Призначений для визначення потреби у внутрішніх ресурсах (інженери, фінанси, ІТ). Виконує ідентифікацію зовнішніх виконавців. Планує бюджет кожного типу проєкту на основі матричної моделі розподілу ресурсів між типами ПЕД.

5. Блок супровідних сервісів. Інтеграція зі службами логістики, сертифікації, митного оформлення. Виведення супутніх витрат у зведену фінансову модель.

6. Блок контролю та зворотного зв'язку розгортає систему моніторингу КРІ для кожного типу ПЕД. Реалізує механізм реінжинірингу портфеля (деактивація або ініціація нових проєктів). Формує рекомендації для наступного етапу ПЕД.

На виході моделі формується пропозиція щодо ініціації одного або кількох типів ПЕД (1, 2а, 2б) відповідно до поточного етапу експортної діяльності. На основі цього буде сформовано зведений план мультипроєктного управління експортом, матрицю відповідальності та план ресурсного забезпечення. Укрупнена структура ІКМ-ПЕД зображена на рис. 1.

Створена інтегрована концептуальна модель управління проєктами експортної діяльності забезпечує об'єднання трьох типів експортних проєктів у єдину систему, спрямовану на підвищення ефективності зовнішньоекономічної діяльності підприємства.

Модель дає змогу автоматизовано визначати необхідний набір проєктів залежно від стадії життєвого циклу експорту та вихідних умов, що надходять у вигляді запиту від підприємства або умов ринку країни-імпортера [5]. Архітектура моделі забезпечує інтеграцію аналітичних, адаптаційних і моніторингових процесів з огляду на ресурсне планування, координацію

супутніх логістичних та сертифікаційних процедур, контроль досягнення стратегічних цілей. Реалізація ІКМ-ПЕД сприятиме адекватному вибору проектних ініціатив, оптимізації використання ресурсів, що зменшить ризики в умовах виходу на зовнішні ринки.

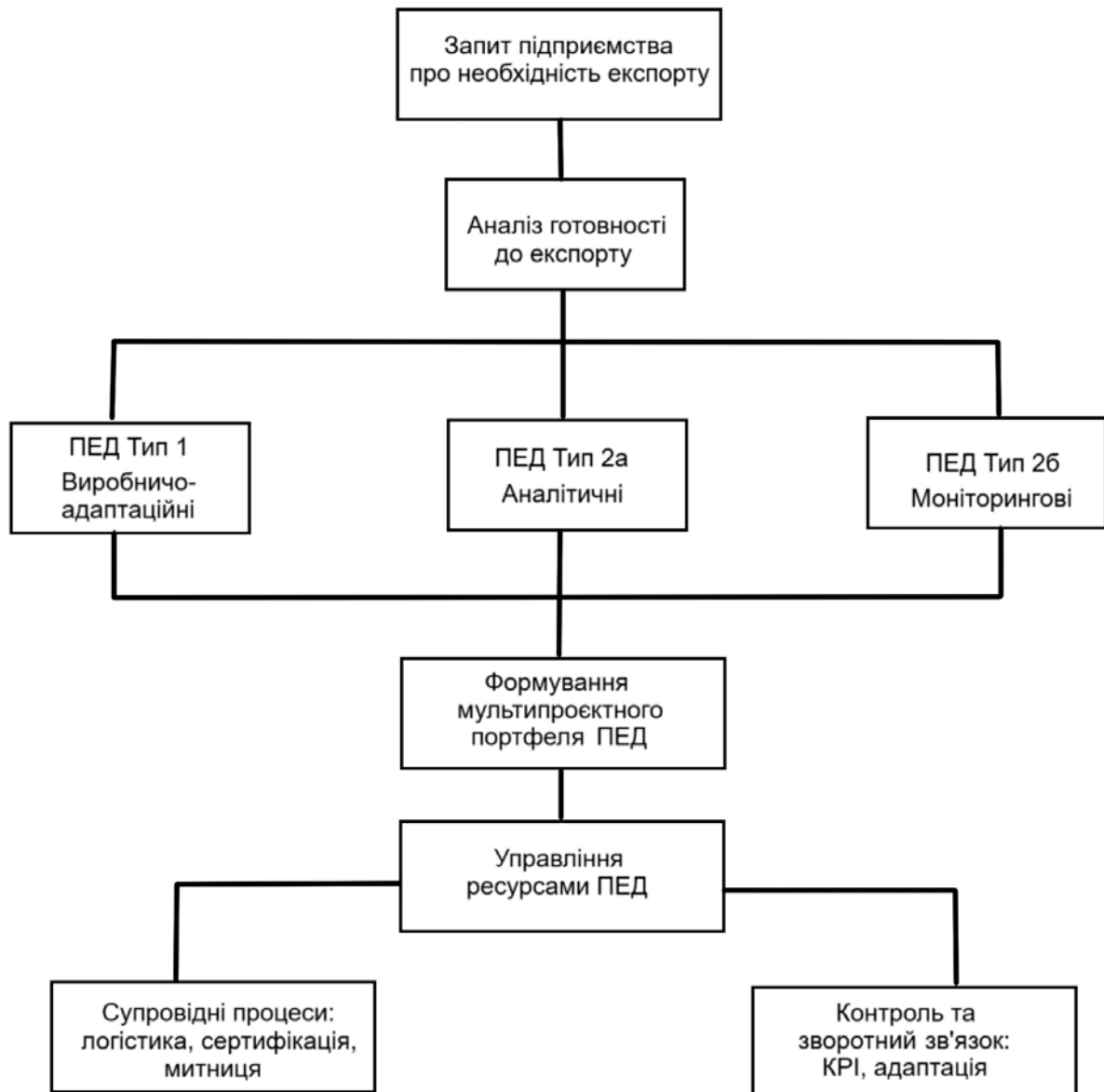


Рис. 1. Інтегрована концептуальна модель управління проектами експортної діяльності

Література

1. Мазуренко М.П., Миронець І.В. (2024). Аналіз експортно-логістичної діяльності підприємства. *Проектний та логістичний менеджмент: нові знання на базі двох методологій: Збірник наукових праць. ОНМУ*, Одеса, 209–211.

2. Мазуренко М.П., Коваленко А.С. (2023). Сутність проєктів експортної діяльності. Project, Program, Portfolio Management. РЗМ-2023: Тези доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції. Одеса. ІШПР. 41 – 44.
3. Алькема В.Г. (2022). Парадигма управління логістичною діяльністю сучасних організацій. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2(66), 73–86. URL: <http://snku.krok.edu.ua/index.php/vcheni-zapiski-universitetu-krok/article/view/507/536>
4. Про зовнішньоекономічну діяльність. Закон України № 4496-VI (4496-17) від 13.03.2012. Відомості Верховної Ради України. 2013. № 2.
5. Коваленко А. С., Мазуренко М. П. (2024). Аналіз зовнішнього оточення проєктів експортної діяльності. *Управління розвитком складних систем*, 58. 25 – 32, [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2024.58.25-32](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.25-32)

МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ В ІТ-ПРОЄКТАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ КОМУНІКАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

The study examines communication risks in IT projects during crises – loss of context, misaligned expectations, synchronous overload, missing «single source of truth», and delayed incident messaging. It systematizes mitigation practices: incident-command roles, standardized update cadence and templates, «living» incident records, risk-aware communication plans, supportive tooling, and psychologically safe team norms. Comprehensive adoption shortens detection and recovery times, lowers uncertainty and errors, and strengthens stakeholder trust.

Комунікаційні збої – один із найбільш частих каталізаторів проєктних ризиків у розробленні програмного забезпечення (ПЗ): вони підвищують імовірність помилкових рішень, затримок, дублювання робіт і помилок інтеграції. Сучасні стандарти управління проєктами розглядають комунікацію як наскрізний принцип ефективного виконання та ключ до прозорості й адаптивності командних практик [1]. У методологіях інкрементального розроблення (*Scrum*) регулярні події, артефакти й ролі прямо слугують механізмами зменшення невизначеності та ризиків завдяки систематичній, вчасній та цілеспрямованій взаємодії [2].

Кризові події (інциденти продуктивності, порушення безпеки, великі відмови тощо) роблять «якість комунікації» детермінантою тривалості простою та втрат. Досвід провідних інженерних організацій демонструє, що стандартизовані ролі, сценарії, «живі» документи інциденту й заданий ритм оновлень суттєво зменшують шкоду, пришвидшують відновлення та підвищують довіру стейкхолдерів.

Природа комунікаційних ризиків в ІТ-проєктах

Комунікаційні ризики зазвичай мають такі прояви: втрата контексту рішень; неузгоджені очікування між замовниками та командою; перевантаження каналів синхронними дзвінками; відсутність єдиного джерела правди щодо статусу / пріоритетів; неналежне інформування під час інцидентів. *Scrum* зменшує ці ризики за допомогою часових обмежень подій, прозорих артефактів (*Product / Sprint Backlog, Increment*) і чітких ролей, що забезпечують фокус і прозорість для всіх учасників [2]. У кризах ефективне управління

інцидентами спирається на розділення відповідальностей, централізований «war-room / канал» і «живий» документ інциденту, який постійно оновлюється.

Методологічні основи оптимізації комунікації

PMBOOK Guide (7-ме видання) наголошує на тому, що цінність створюється за допомогою принципів: залучення зацікавлених сторін, пристосовність і стійкість, система мислення; усі вони вимагають усвідомленої організації інформаційних потоків (ритм, канали, артефакти) [1]. На операційному рівні план комунікацій має бути ризик-чутливим: визначені аудиторії, частота / формати апдейтів, ескалація, канали резервування та «готові шаблони» для криз. Індустріальні гайди пропонують структури таких планів і наголошують на ясності повідомлень та послідовності оновлень під тиском часу [3, 4].

Асинхронна комунікація як інструмент зниження ризиків

Асинхронна взаємодія (обмін повідомленнями й артефактами без вимоги миттєвої відповіді) знижує когнітивне навантаження, скорочує кількість переривань і підвищує відтворюваність рішень за допомогою «письмової культури». Практики *GitLab* демонструють, що *asynchronous by default* та *non-linear workdays* покращують стабільність взаємодії розподілених команд, дають змогу вирівнювати часові пояси, а також сприяють більш виваженім рішенням у кризових ситуаціях [5]. Крім того, результати *Project Aristotle* наголошують на ролі психологічної безпеки: команди з високою психологічною безпекою краще обмінюються проблемами, швидше ескакують ризики й роблять менше прихованих помилок, тобто зменшують як імовірність, так і вплив негативних подій.

Практичні методи оптимізації комунікацій для зниження ризиків

План комунікацій з орієнтацією на ризики:

- **Матриця аудиторій та сценаріїв:** внутрішня технічна, керівництво, клієнти; сценарії – інцидент безпеки, падіння продуктивності, затримка релізу.
- **Шаблони повідомлень:** *short-form* для оперативних оновлень, *long-form* для підсумків; єдина структура: «що сталося – вплив – дії – подальші кроки – час наступного апдейту».
- **RACI / ролі інциденту:** IC, CL, OL – призначаються з «лавочки запасних», потреновані на симуляціях.

- **Single source of truth:** «живий» документ інциденту (редагований колективно) з логом подій, рішеннями та станом.

Інструменти для асинхронної взаємодії:

- **Документація й бази знань:** *Confluence* / *Notion* – для протоколів рішень, RFC, «живих» інцидент-доків і журналу уроків.

- **Трекінг робіт:** *Jira* / *GitLab Issues* – пов’язування інцидентів із завданнями, видимість відповідальних і дедлайнів.

- **Відеоасинхрон:** *Loom* / записи демо – зменшують кількість синхронних дзвінків, зберігають контекст.

- **Канали командних оновлень:** *Slack* / *Teams* – регламентовані канали з правилами тегування та SLA-відповіді. Практичні гайди *Atlassian* рекомендують поєднувати такі засоби з *communication plan play* і чітким розподілом каналів, щоб уникати шуму; *GitLab* формалізує *asynchronous by default*, пропонуючи політики роботи та інструментальні шаблони [3, 4].

Висновки

Оптимізація комунікаційних процесів напряду знижує ризики ІТ-проектів: зменшує невизначеність, пришвидшує виявлення / ескалацію проблем і узгоджує очікування стейкхолдерів. Комбінація принципів *PMBOK 7* та протоколів інцидент-менеджменту формує відтворюваний каркас кризової взаємодії; підкріплена вимірюваними метриками, вона створює стійку «письмову культуру», що знижує як імовірність настання ризикових подій, так і їх вплив.

Література:

1. Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), Seventh Edition*. PMI, 2021.
2. Schwaber, K., Sutherland, J. *The Scrum Guide* (November 2020).
3. Atlassian Team Playbook. *Communication plan* / кризові комунікації (web guide). Atlassian.
4. Gallo, A. *Communicating Through a Crisis*. Harvard Business Review, 2020.
5. GitLab Handbook. *Asynchronous and non-linear work* (handbook pages). GitLab.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОГІСТИКИ ЗБУТУ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

The paper examines the key aspects of distribution logistics for high-tech defense products, particularly unmanned aerial systems, in the context of ongoing military operations. It focuses on warehousing, transportation, feedback, and reverse logistics. Special attention is given to challenges related to security, infrastructure constraints, and the digitalization of logistics processes. A structural model of logistics flows is proposed, emphasizing adaptability, reliability, and efficient real-time data management.

У контексті забезпечення ефективного функціонування підприємства, що спеціалізується на виробництві високотехнологічної продукції оборонного призначення, важливе місце посідає логістика збуту. Основною метою є забезпечення вчасної, надійної та безпечної доставки продукції, зокрема модернізованих зразків високотехнологічного обладнання, таких як безпілотні авіаційні комплекси.

Першим етапом логістичних процесів є організація складування, що може бути як централізованим на основному складі, так і децентралізованим – у логістичних пунктах ближче до споживача. Це підвищує оперативність доставки, скорочує час реагування на потреби замовника та знижує ризики транспортування в зоні бойових дій. Для ефективного зберігання необхідно дотримуватися відповідних умов, забезпечити фізичну та інформаційну безпеку, охоронну інфраструктуру й під'єднання до логістичних ІТ-систем [1].

Ключовим етапом є транспортування з огляду на зону доставки, інфраструктуру та безпекову ситуацію. Необхідно передбачати альтернативні маршрути. Доставка здійснюється безпосередньо до військових частин або через логістичні хаби. Завершальний етап – зворотний зв'язок: збір відгуків, виявлення недоліків, оновлення даних в ІТ-системах для оптимізації наступних циклів.

Реверсивна логістика охоплює повернення техніки: БПЛА – на ремонт, пошкоджена техніка – на утилізацію, придатні компоненти – на повторне використання. В умовах війни цей процес набуває критичного значення через високу частоту зносу техніки. Утилізується техніка, яка не підлягає

ремонту. Зворотна логістика у воєнний час стикається з низкою труднощів: небезпекою маршрутів, руйнуванням інфраструктури, нестачею ресурсів і недостатньою координацією між учасниками.

Отже, загальна схема логістики збуту продукції містить такі типи об'єктів: виробничі підприємства, склади, пункти ремонту, пункти утилізації. Між вказаними об'єктами мають реалізовуватися як прямі зв'язки, так і зворотні (рис. 1).

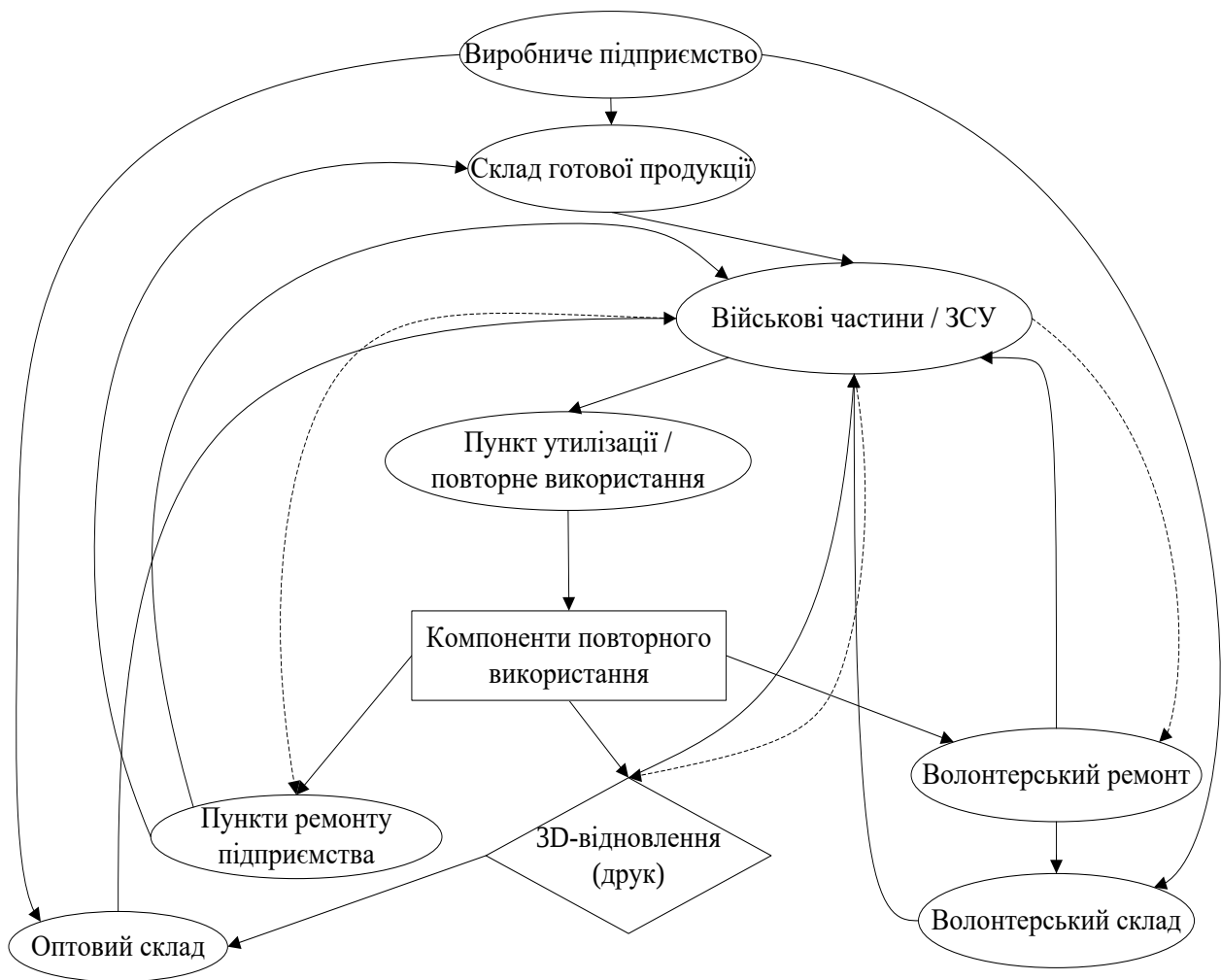


Рис. 1. Структура логістичних потоків у забезпеченні ЗСУ високотехнологічною продукцією

Центральне місце у ланцюгу посідає виробниче підприємство, яке постачає готову продукцію до складів різного типу: складу готової продукції підприємства, оптового та волонтерського складів. У процесі експлуатації техніка може частково втратити функціональність або повністю вийти з ладу. У такому разі її повертають до ремонтних пунктів: виробничих, волонтерських або 3D-відновлення. Якщо відновлення неможливе, техніку

направляють до пунктів утилізації, де її розбирають. Водночас передбачено використання компонентів, які були вироблені раніше, не потребують нового проєктування та можуть бути застосовані в поточному виробництві або ремонті.

Особливу роль у схемі відіграють зворотні логістичні зв'язки, зображені пунктирними лініями. Вони позначають переміщення техніки з військових частин до ремонтних пунктів або пунктів утилізації, а також циркуляцію компонентів повторного використання між утилізацією, ремонтними точками та виробництвом.

Ефективність логістичних процесів визначається їх адаптивністю та цифровізацією: відстеженням вантажів у реальному часі, автоматизованим управлінням, обміном інформацією та прогнозуванням потреб [2].

У сучасних умовах ведення бойових дій основною метою оптимізації логістичних процесів є мінімізація загального часу виконання логістичного циклу – від складування до приймання та реверсивної логістики – за умови забезпечення надійності, безпеки та відповідності технічним і організаційним вимогам. Особливу увагу в цьому разі необхідно приділити етапу транспортування, адже саме він є найбільш вразливим до впливу зовнішніх ризиків, таких як затримки на маршрутах через руйнування інфраструктури, блокування, зміну безпекової ситуації, а також втрат часу, пов'язаних з переміщенням небезпечними територіями [3].

Додатковим чинником, що ускладнює розв'язання логістичних завдань, є інформаційний складник: затримки в обробленні даних, збої в ІТ-системах, відсутність вчасного оновлення інформації, а також слабка координація між логістичними ланками, що може призводити до суттєвого збільшення загального часу виконання операцій. У цьому контексті важливою є цифровізація логістичних процесів: використання WMS-систем, автоматизоване відстеження вантажів у реальному часі, що сприятиме зменшенню ризиків затримок і підвищенню адаптивності системи.

Література

1. Федорович О. Є., Поліщук Є., Чмихун Є., & Solovyov, B. (2022). Моделювання критичних вразливостей у логістиці постачання озброєння та військової техніки в умовах воєнних загроз. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*, 0(6), 40–49. doi:<https://doi.org/10.32620/aktt.2022.6.05>

2. Díaz-Madroñero M., Peidro D., Mula J. (2015) A review of tactical optimization models for integrated production and transport routing planning decisions. *Computers & Industrial Engineering*. 2015. Vol. 88, pp. 134–145. – DOI: 10.1016/j.cie.2015.06.010.
3. Полупан Ю.В., Малєєва О.В. (2024) Системна модель ризиків та дерева альтернативних рішень з удосконалення логістичного ланцюга виробничого підприємства. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. № 2 (28). С. 98–113. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2024.28.98>

МОДЕЛЬ «СХОДИ» АНАЛІЗУ ОПЕРАЦІЙНИХ РИЗИКІВ КОМПАНІЇ З ЕЛЕМЕНТАМИ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ

The author has developed a model, the «Staircase» model, for analysing the root causes of a company's operational risks with elements of factor analysis, which demonstrates the feasibility and step-by-step algorithm for integrating root cause analysis and factor analysis methods when dealing with operational risks of trading companies, and which allows not only to identify and analyse factors but also to reduce their number.

Торговельні організації є невід'ємною частиною системи товарообігу країни. Вони не лише постачають товар до безпосередніх споживачів продукції, але й забезпечують сировиною виробничі підприємства. Тобто послугами зазначених організацій користується будь-яка організація та кожна людина в країні. Зважаючи на це, важливість забезпечення успішної та безперебійної діяльності торговельних компаній важко переоцінити.

Необхідно зауважити, що ризиковість є повсякденною умовою ведення бізнесу, саме тому управління ризиками є обов'язковим складником управління організацією. Процеси моніторингу, ідентифікації, аналізу та контролю ризиків відбуваються на постійних засадах. Типовими ризиками торговельних організацій є техніко-виробничі (технологічні, технічні, виробничі, інноваційні, організаційні та логістичні), комерційні (майнові, торгові, маркетингові, ділові, розрахункові), фінансові (ринкові: валютний, інфляційний та ризик ліквідності; кредитні; інвестиційні: відсотковий, біржовий, селективний; операційні: інформаційні, юридичні, персоналу, основної діяльності) та зовнішні ризики (політичний, природно-кліматичний, форс-мажорний та регіональний).

Система ризик-менеджменту будь-якої організації є обов'язковою частиною системи управління бізнесом загалом. Одночасно з цим функція управління ризиками в проєктах, які реалізуються в компанії, є невід'ємним складником системи управління проєктами, і часто постає питання інтеграції та несуперечливості застосування вищевказаних двох підсистем, оскільки одні й ті самі ризики можуть супроводжувати як проєкти, так і операційну діяльність.

Проєкти торговельних організацій є специфічними, тому в процесі управління такими проєктами необхідно зважати на їх особливості та для

збільшення ефективності управління надавати перевагу засобам і методам, які беруть до уваги специфіку торговельних організацій.

З метою зниження витрат часу та бюджету автор розробив концептуальну модель інтегрованого управління операційними та проєктними ризиками торговельних організацій «Метелик» [1]. Модель пропонує команді управління операційними ризиками та команді управління ризиками проєктів порівняти списки ризиків та ідентифікувати однакові ризики за змістом, провести сепарацію ризиків таким чином, щоб команда проєкту залишила собі лише ті, які не дублюються з операційними ризиками та є специфічними для проєкту.

Зважаючи на те, що під операційними ризиками розуміють можливість прямих чи непрямих збитків внаслідок некерованих подій, технологічних помилок, які стосуються таких джерел ризику (системні технології, люди, майно, взаємовідносини з третіми сторонами, зовнішні дії), доцільно впроваджувати аналіз корінних причин (*Root Cause Analysis, RCA*) для виявлення окреслених ризиків [2].

Крім того, для оцінювання впливу кожного фактора на загальний ризик та кінцевий результат, виявленого внаслідок з'ясування корінних причин, ефективним є застосування факторного аналізу [3].

Факторний аналіз дає змогу: виявляти приховані взаємозв'язки між змінними, що сприяє кращому розумінню динаміки змін інформації; створювати моделі та прогнозувати ризики; виявляти вузькі місця в роботі підприємства; впливати на фінансові результати.

Важливо зазначити, що застосування аналізу корінних причин дає змогу покроково визначити основну причину настання ризикової події та плану дій щодо реакції на них. Водночас застосування факторного аналізу для оцінювання операційних ризиків допомагає скоротити час аналізу внаслідок звуження кола чинників, що дає змогу зрозуміти, які саме фактори найбільше впливають на величину ризику, та оцінити ступінь цього впливу.

Зважаючи на вищевикладене, автор розробив модель «Сходи» аналізу першопричин операційних ризиків компанії з елементами факторного аналізу (рис. 1), яка демонструє доцільність і покроковий алгоритм інтеграції методів аналізу корінних причин і факторного аналізу в роботі з операційними ризиками торговельних підприємств і допомагає не лише виявити та проаналізувати фактори, а й зменшити їх кількість.

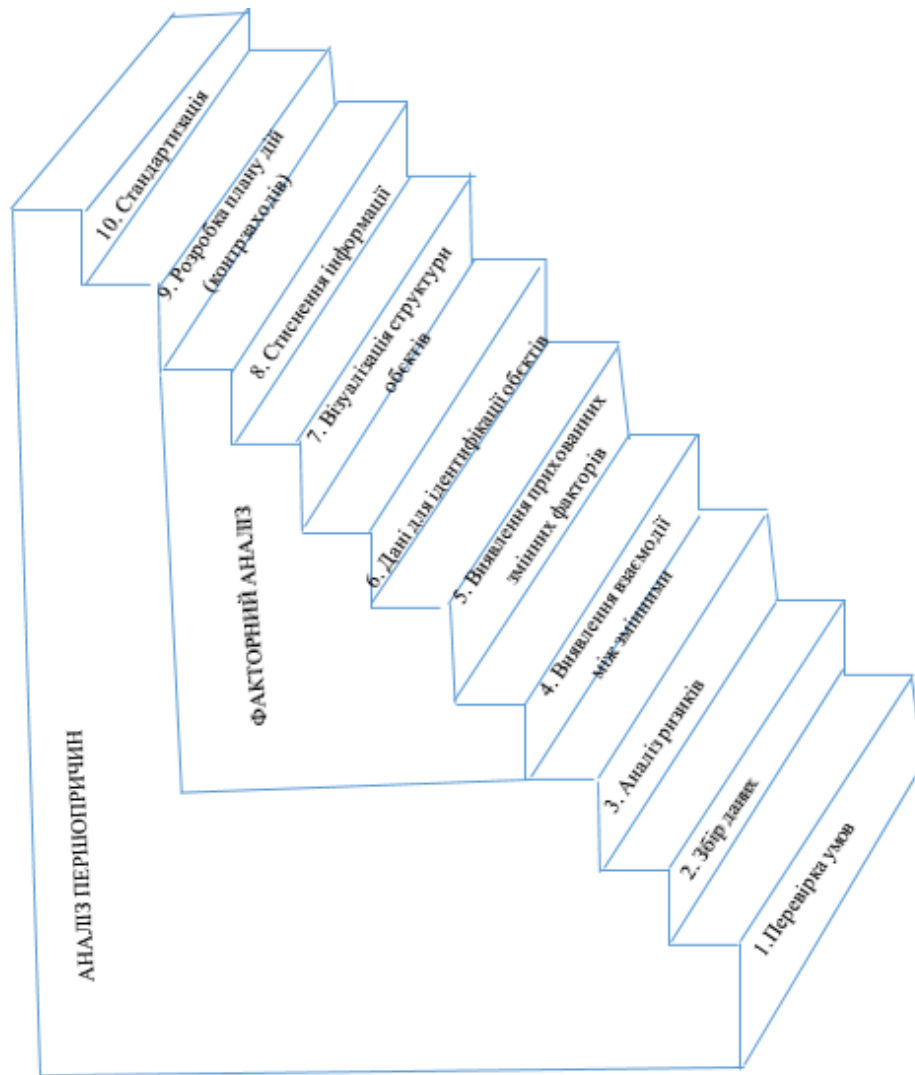


Рис. 1. Модель «Сходи» аналізу першопричин операційних ризиків компанії з елементами факторного аналізу

Алгоритм моделі «Сходи» аналізу першопричин операційних ризиків компанії з елементами факторного аналізу виглядає так:

1. Перевірка умов
 - 1.1. Упровадження стану тимчасової коригувальної дії
 - 1.2. Перевірка наявності стандартів
2. Збір інформації, визначення ризику
3. Аналіз ризиків

Після того, як були визначені фактори, що стосуються настання ризикової події, з'ясовуються їх першопричини за допомогою використання методики «5 Чому». (5 Why). Крім того, для оцінювання впливу кожного фактора на загальний ризик і кінцевий результат, виявленого внаслідок аналізу корінних причин, доцільно застосувати факторний аналіз. Під час його проведення

звужують коло чинників, щоб зрозуміти, які з них найбільше впливають на результативний показник, та оцінити ступінь цього впливу.

4. Виявлення взаємодії між змінними
5. Виявлення прихованих змінних факторів
6. Інформація для ідентифікації об'єктів (розпізнавання образів)
7. Візуалізація структури об'єктів
8. Стиснення інформації
9. Розроблення плану дій (контрзаходів)

Як тільки команда визначила першопричини настання ризикової події та проаналізувала чинники за допомогою факторного аналізу, вона має розробити відповідні контрзаходи. У плані дій необхідно чітко визначити завдання та особу, відповідальну за виконання, і терміни. План дій має бути загальнодоступний і статус виконання необхідно відслідковувати на оперативних нарадах.

10. Стандартизація

Якщо рішення щодо управління операційними ризиками виявилось ефективним, його необхідно прийняти як стандарт і застосовувати постійно. Якщо цього не зробити, рівень повторного настання ризикової події підвищиться, а рівень продуктивності знизиться до початкового стану.

Література

1. Меліксетов О. І., Гайдаєнко О. В. Модель інтегрованого управління операційними та проєктними ризиками «Метелик». Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проєктами та програмами: зб. праць міжнар. наук.-практ. конф. 9–13 вересня 2024 р. Коблево. Харків: ХНУРЕ, 2024. С. 152–155.
2. Wilson P. F, Dell L. D., Anderson G. F. Root Cause Analysis: A Tool for Total Quality Management. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 1993. 216 p.
3. Бізнес-аналітика багатовимірних процесів: мультимедійний навчальний посібник / Т. С. Клебанова та ін. Х.: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2024. URL: <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=7619> (дата звернення: 18.07.2025).

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ГІБРИДНИХ МЕТОДІВ ЗМЕНШЕННЯ РОЗМІРНОСТІ
ТА КЛАСТЕРИЗАЦІЇ**

This paper investigates the effectiveness of a hybrid clustering approach that combines the dimensionality reduction method t-SNE with the DBSCAN algorithm. Experimental studies on data samples demonstrate that this combination enables the discovery of hidden structures and improves clustering quality in high-dimensional spaces. Visualization and feature analysis methods were applied for result interpretation. The findings confirm the applicability of hybrid methods in data mining tasks.

В умовах сучасного аналізу даних висока розмірність ознак ускладнює процес кластеризації та виявлення прихованих закономірностей, що є особливо актуальним для медичної інформації. Така інформація часто містить численні параметри пацієнтів, результати лабораторних та інструментальних досліджень, генетичні та інші показники, що робить її оброблення та аналіз складним завданням. Для отримання корисних висновків та виявлення прихованих структур у таких наборах необхідно застосовувати ефективні методи зменшення розмірності та кластеризації [1].

Метою роботи є дослідження ефективності гібридного підходу, що поєднує метод зменшення розмірності t-SNE та алгоритм кластеризації DBSCAN на прикладі медичної інформації. Експериментальні дослідження дали змогу оцінити якість кластеризації та визначити, за якими ознаками дані утворюють окремі групи, що демонструє практичну цінність запропонованого підходу для інтелектуального аналізу високовимірних медичних даних.

Для експериментальної частини дослідження обрано високоякісний медичний набір даних *Pima Indians Diabetes Database (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases)*, доступний на платформі *Kaggle* [2]. Цей набір містить 768 зразків із вісьмома числовими ознаками, що характеризують медичні показники жінок індіанського племені Піма, які проходили обстеження на наявність діабету. Ознаки містять кількість вагітностей, рівень глюкози, артеріальний тиск, індекс маси тіла та інші

параметри, які є ключовими для прогнозування захворювання (бінарна цільова змінна).

Для проведення експерименту медичну інформацію спочатку було стандартизовано, щоб забезпечити рівну шкалу ознак та уникнути домінування змінних із більшими значеннями. Після цього дані було зменшено до двох компонент за допомогою t-SNE, що дало змогу візуалізувати загальну структуру високовимірних ознак і попередньо оцінити потенційні кластери. Візуалізація, подана на рис. 1, показала дві основні групи, одна з яких візуально розділялася на три підгрупи, що свідчило про наявність прихованих підструктур у даних.

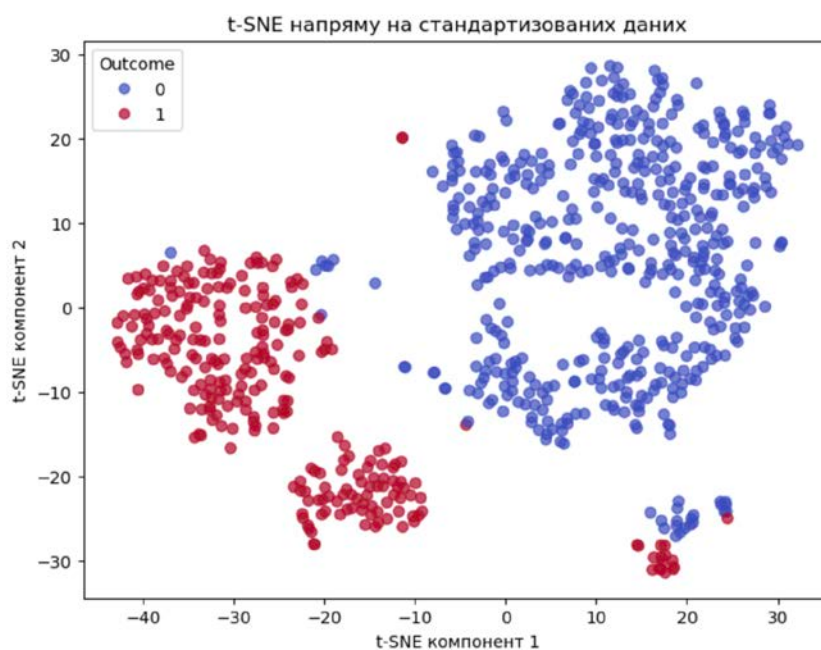


Рис. 1. t-SNE-візуалізація вибірки даних

Для більш детального виявлення внутрішньої структури вибірки на цій компоненті застосовано алгоритм DBSCAN, що уможливило автоматичне виокремлення чотирьох окремих кластерів. Результати кластеризації (рис. 2) демонструють розподіл кожного з чотирьох кластерів на площині t-SNE з різними кольорами, що наочно демонструє структуру та відокремленість кластерів. Далі для аналізу причин формування кластерів було використано боксплоти для кожної ознаки, що дало змогу визначити, за якими медичними показниками одна з компонент t-SNE розділилася на три підкласи у DBSCAN.

Аналіз показав, що зелений і сірий кластери суттєво різнилися за ознаками товщина шкіри та рівень інсуліну, тоді як унаслідок додавання голубого кластера виявилось, що він відрізняється від двох попередніх

за кількістю вагітностей, трохи менше – за рівнем глюкози в крові та віком, що допомагає зрозуміти, які ознаки визначають формування окремих підкластерів.

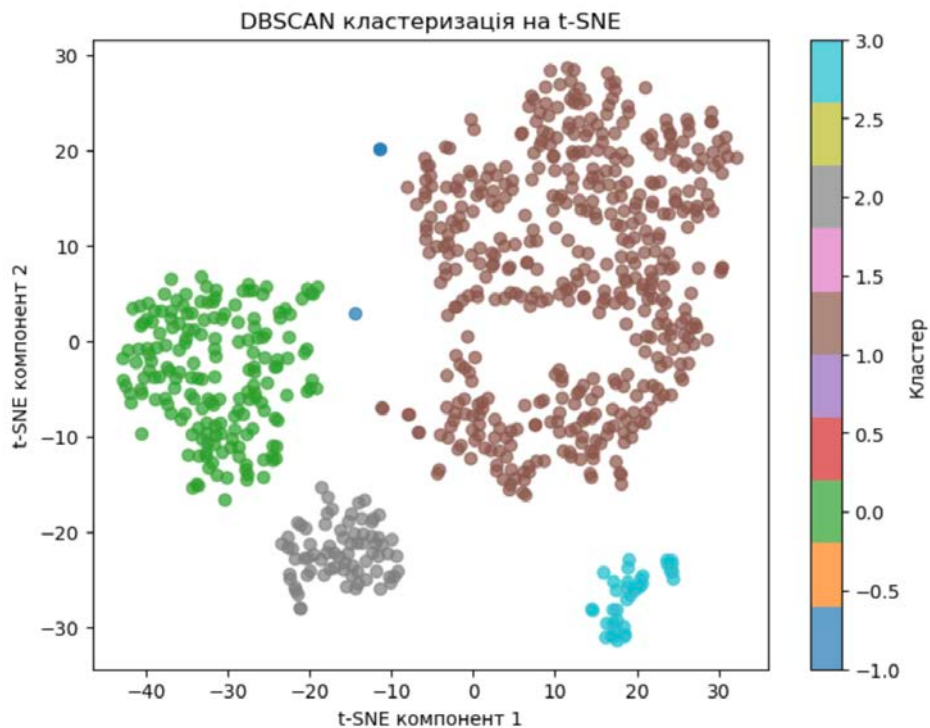


Рис. 2. Результати кластеризації методом DBSCAN

Проведене дослідження продемонструвало, що поєднання методів t-SNE і DBSCAN не лише покращує виявлення прихованих структур у високовимірних медичних даних, але й забезпечує ефективні інструменти для їх інтерпретації та подальшого аналізу, що має практичну цінність у завданнях медичної діагностики та кластеризації.

Література

1. COY B. Dimension reduction for analysis of unstable periodic orbits using locally linear embedding [Електронний ресурс] // International Journal of Bifurcation and Chaos. – 2019. – Vol. 22, No. 01. – P. 1230001. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1142/s0218127412300017>
2. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Pima Indians Diabetes Database [Електронний ресурс]. – Kaggle, н.д. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/uciml/pima-indians-diabetes-database>

ВИКОРИСТАННЯ АДИТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ АМОРТИЗУВАЛЬНОЇ ВКЛАДКИ

The current situation in Ukraine, intensified by military actions and a significant increase in the number of amputations among service members and civilians, requires urgent solutions in the field of lower-limb prosthetics. A personalized approach to the fabrication of high-quality and comfortable prostheses is gaining particular relevance, as it entails individual design that takes into account the anatomical features of the patient's residual limb (stump). This approach makes it possible to create inserts (liners) of optimal shape and density, which minimizes pain, reduces the risk of chafing, irritation, inflammation, or swelling, and accelerates a person's adaptation to a new mode of mobility. The use of 3D-printing technologies makes the process of manufacturing individualized prosthetic components more accessible and cost-effective. Within a relatively short timeframe, it is possible to create a customized product without significant additional expenditures on complex equipment or multi-level production chains. Thus, the combination of high quality, a personalized approach, and the rational use of resources makes the implementation of modern 3D-printing methods in lower-limb prosthetics one of the most effective solutions for the urgent needs of veterans and civilians.

Огляд матеріалів

Одним із ключових аспектів розроблення протезних вкладок є вибір матеріалу, що контактуватиме зі шкірою та одночасно виконуватиме амортизаційну функцію. Сучасні дослідження свідчать про ефективність застосування гнучких біосумісних полімерів, таких як термопластичні поліуретани (TPU) і термопластичні еластомери (TPE). Ці матеріали визначаються зносостійкістю, пружністю та еластичністю, а також дають змогу налаштовувати механічні властивості виробу за допомогою зміни параметрів 3D-друку чи внутрішньої геометрії. Завдяки цьому можна досягти балансу між м'якістю лайнера та його підтримувальною здатністю. Також важливою перевагою TPU є його біосумісність і хімічна інертність. Матеріал стійкий до впливу поту, не викликає алергічних реакцій, а також здатний тривалий час експлуатуватися без руйнування.

Традиційно як вкладки застосовуються силіконові лайнери, але сучасні гнучкі полімери на основі TPU/TPЕ можуть забезпечити не гірший рівень комфорту за суттєво кращих можливостей персоналізації. Перспективним напрямом підвищення гігієнічних властивостей полімерних вставок є додавання антимікробних домішок до матеріалу. Зокрема *Chang, Zhu* та *Liu* [1] продемонстрували здатність інтегрування наночастинок срібла безпосередньо до складу TPU-філаменту для 3D-друку медичних виробів. Отриманий композитний матеріал виявив виражену антибактеріальну активність: срібловмісний TPU пригнічує зростання патогенних мікроорганізмів (наприклад, *Staphylococcus aureus* та *Escherichia coli*), що особливо актуально для деталей протеза, які мають тривалий контакт зі шкірою. У цьому разі еластомерний поліуретан зберігає необхідну гнучкість і міцність на розрив, тобто основні функціональні властивості не погіршуються.

Крім того, важливо, щоб обраний матеріал був достатньо твердим для виконання заданих амортизувальних функцій. TPU має широкий перелік градації твердості за Шором. Як продемонстрували *Kwon, Seo* та *Lee* [2], вибір марки матеріалу й режиму друку дає змогу отримати варіант з кращою еластичністю та приляганням до кукси порівняно з традиційними лайнерами. Експериментально доведено, що вибір температури екструзії та швидкості під час FDM-друку TPU впливає на підсумкову гнучкість і міцність виробу [2]. Висока точність та індивідуальність посадки досягається завдяки такому методу друку й також суттєво знижує ризик утворення болючих точок тиску й натирання шкіри. Щодо вибору матеріалів, то полімери типу TPU/TPЕ є одними з найкращих для виготовлення протезних вкладок завдяки їх гнучкості, довговічності та можливості модифікації, тобто додавання присадок, зміни твердості тощо.

Технологія 3D-друку

Для виготовлення полімерних вкладок на основі обраних матеріалів найбільш придатними є адитивні технології FDM, SLS, MJP, кожна з яких має свої особливості.

FDM (*Fused Deposition Modeling*) – метод екструзії розплавленого філаменту через друкувальну головку. Ця технологія є однією з найбільш доступних і поширених для протипування. Серед її переваг можна виокремити низьку вартість обладнання / матеріалів, можливість швидко виготовляти індивідуальні вироби без складної підготовки. Недоліками FDM є низька роздільна здатність і можлива анізотропія властивостей виробу, тобто

вірогідність відшарування в разі недостатнього зчеплення, а також необхідність використання підтримок для деяких елементів.

SLS (*Selective Laser Sintering*) – метод вибіркового лазерного спікання порошку, тобто виготовлення виробу за 3D-моделлю відбувається за допомогою спікання лазером порошку шар за шаром. Основними перевагами цієї технології є відсутність потреби в підтримках, можливість виготовлення виробів складної геометрії, а також відносна однорідність механічних властивостей у всіх напрямках. Недоліком є висока вартість обладнання / матеріалів та необхідність післяоброблення. Незважаючи на це, SLS-метод дуже перспективний для виготовлення протезів. *Huang* та інші [3] успішно надрукували TPU-лайнери з градієнтною ґраткою методом SLS і досягли високих механічних властивостей.

MJF (*Multi Jet Fusion*) – сучасна технологія від HP, що також належить до порошкових методів, але, на відміну від SLS, використовує не лазери та спікання, а струменеве нанесення зв'язувального розчину на порошок і подальше опромінення інфрачервоним світлом, що приводить до затвердіння позначених ділянок. Цей процес повторюється шар за шаром, утворюючи виріб. MJF має схожі переваги з SLS, а саме: високу швидкість друку, відсутність потреби в підтримках, високу точність і однорідність. Окрім того, цей метод також ефективний для серійного виготовлення, оскільки має високу швидкість друку та можливість створення декількох об'єктів на одній робочій поверхні. Щодо гнучких вкладок, то MJF дає змогу отримати еластичні вироби з TPU-порошку з контрольованою пористістю та щільністю. Цей метод подібний до SLS недоліками, а саме вартістю обладнання, складністю впровадження в невеликих майстернях та обмеженому виборі матеріалів.

Отже, на етапі прототипування й дослідження найбільш доцільним є метод FDM, але в подальшому вдосконаленні виробу варто розглядати SLS та MJF, які зможуть забезпечити кращу однорідність і точність.

Проектування та моделювання

Проектування вкладки починається зі створення 3D-моделі, яка буде відповідати анатомії кукси та забезпечувати комфорт використання. Основою для моделювання слугують результати 3D-сканування кукси пацієнта за допомогою 3D-сканерів або ж фотограмметричних методів, що дають змогу досягти точної форми кінцівки, яку можна буде використати в CAD-середовищі, щоб побудувати 3D-модель.

Під час випробувань 3D-модель вкладки було розроблено відповідно до усередненої форми кукси. Вкладка має циліндричну форму, розмір може

варіюватися залежно від параметрів чаші протеза. Внутрішня поверхня вкладки може бути відносно гладкою та повторювати циліндричний профіль, проте для ідеальної посадки її бажано адаптувати під рельєф конкретної кукси, тобто необхідно брати до уваги виступи кісток і м'яких тканин.

За відсутності індивідуальних параметрів, як у нашому пілотному дизайні, використовується усереднений профіль. У застосуванні виробу на практиці необхідно адаптувати виріб під конкретні параметри пацієнта. Для створення 3D-моделі використано сучасний CAD-інструмент – середовище *Autodesk Fusion 360*. Основним конструктивним рішенням у моделі стало застосування внутрішньої ґраткової структури (*lattice*). У середині вкладки передбачено періодично повторювані порожнини у вигляді тривимірної ґратки, що виконує роль амортизувального каркаса. Обрано тригранний тип ґратки, оскільки відомо, що така топологія забезпечує високу стабільність та стійкість.

Отримана модель має компактну форму з розмірами приблизно 100×100×100 мм, що дає змогу інтегрувати її в обмежені просторові умови. Площа зовнішньої поверхні виробу становить 2238 см², модель має 1920 трикутних граней, які формують сітчасту оболонку, за допомогою якої виріб буде амортизувати кінцівку. Центр маси моделі зміщений до нижньої третини висоти, що сприятиме стабільності під час експлуатації. Особливу увагу приділено геометричній симетрії для досягнення балансу між міцністю та вагою конструкції. Параметри ґратки (розмір комірки, товщина стінки) визначено експериментально. Крок ґратки в прототипах становив 3–5 мм, а товщина перемичок ~1 мм, що дало змогу отримати необхідну пружність без втрати міцності.

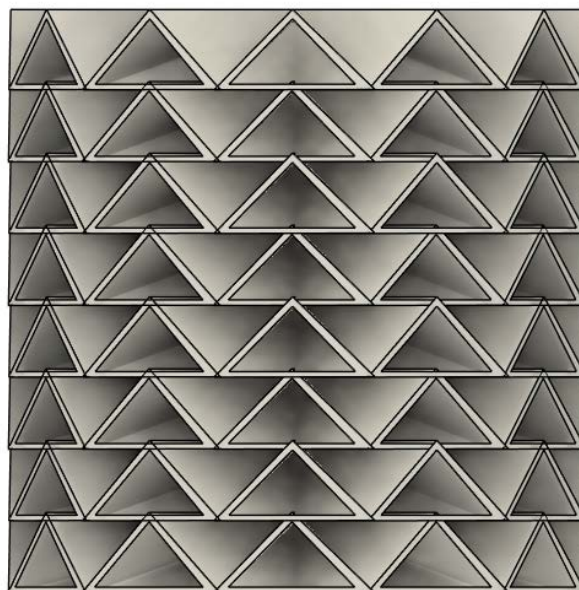


Рис. 1. 3D-дизайн прототипу лайнера з *lattice*-структурою

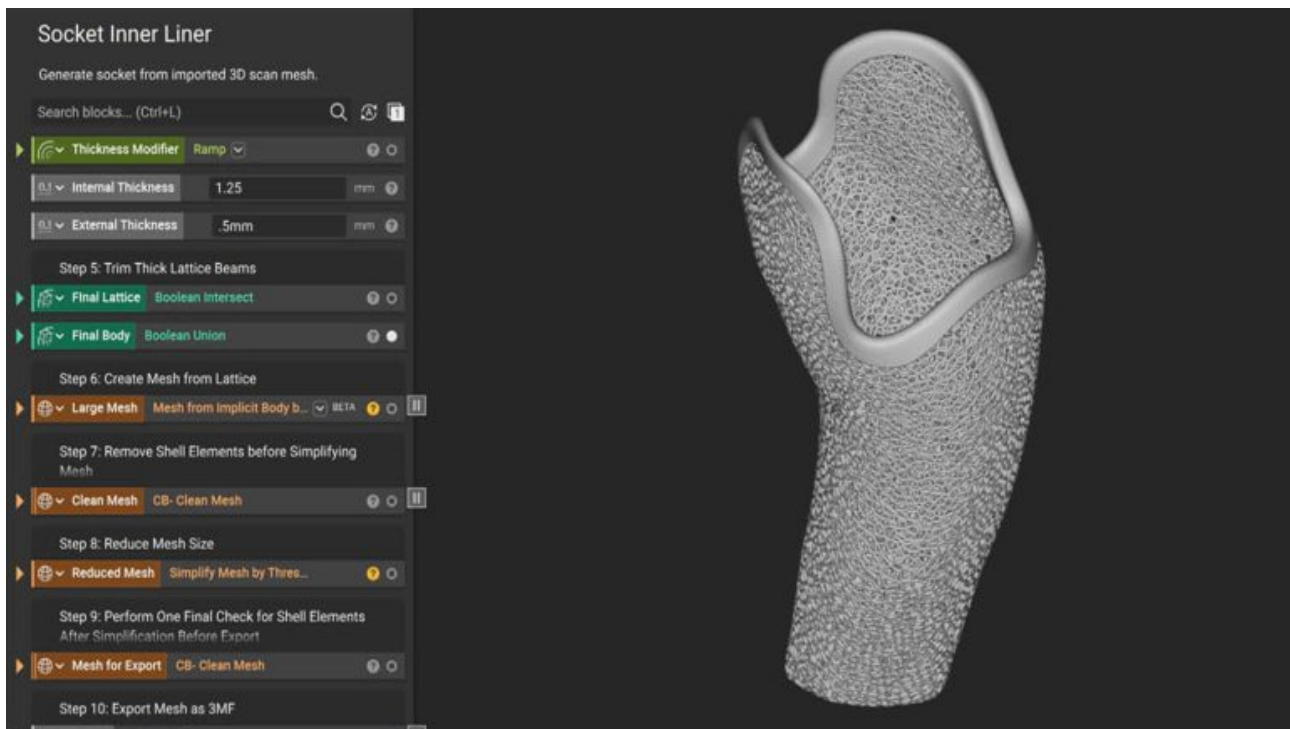


Рис. 2. Приклад 3D-дизайну гнучкої вкладки з *lattice*-структурою (проєкт *LifeNabled*, *nTopology*). Гратчаста конструкція з параметричними осередками дає змогу імітувати властивості піни: забезпечувати пружну амортизацію, вентиляцію та водночас знижувати вагу виробу

Застосування гратчастих структур допомагає регулювати жорсткість амортизувальної вкладки. Завдяки регулюванню щільності можна робити лайнер більш підтримувальним, або ж, навпаки, більш пружним. *Huang* та інші [3] довели, що градієнтна зміна густини ґратки всередині TPU-виробу може суттєво знизити пікові навантаження й підвищити пружну деформацію внаслідок циклічних і ударних випробувань. Тобто внутрішня ґратка працює як пружний демпфер, розподіляючи тиск на поверхню кукси, знижуючи ризик дискомфорту та натирання шкіри під час використання.

Ще один підхід до проєктування гнучких структур описали *Bickel*, *Matusik* та ін. [4]. Учені використали алгоритми топологічної оптимізації для програмного контролю пружності виробу. У їх дослідженні розподіл щільності матеріалу автоматично налаштовується залежно від необхідних характеристик. Це дає змогу генерувати зони з неоднаковою щільністю, тобто з різними властивостями.

Отже цифрове моделювання протезної вкладки передбачає: отримання вихідної форми кукси (сканування або параметризація стандартної форми), побудову CAD-моделі вкладки із заданими габаритами та структурою (ґратки, отвори, оболонки), оптимізацію моделі – як вручну (підгонка під анатомію),

так і автоматизовано (топологічна оптимізація, генерація *lattice*), експорт моделі в друкарський формат (STL/3MF) з достатньою роздільною здатністю для подальшого виготовлення.

Геометричні характеристики прототипу

У межах дослідження було створено прототип на основі 3D-моделі, описаної в попередньому розділі. Модель є суцільним блоком складної форми з численними внутрішніми порожнинами. Основні розміри виробу визначено за його габаритною рамкою (*bounding box*) і подано в табл. 1.

Таблиця 1. Орієнтовні геометричні розміри та об'єм 3D-моделі вкладки

Параметр	Значення
Висота (вздовж осі Z), мм	~ 100
Ширина (вздовж осі X), мм	~ 100
Глибина (вздовж осі Y), мм	~ 100
Об'єм матеріалу, см ³	≈ 1010
Площа зовнішньої поверхні, см ²	≈ 2238

Досить великий геометричний об'єм (~1010 см³) свідчить про те, що модель може використовуватися замість традиційного лайнера й буде заповнювати весь внутрішній простір між куксою і твердим каркасом протеза. Значна частина цього об'єму припадає на порожнини ґратчастої структури, тому реальна маса готового виробу буде меншою, ніж маса суцільного полімерного блока аналогічних розмірів.

Особливістю конструкції є наявність значної кількості рівномірно розподілених на всій поверхні виробу наскрізних отворів. Така модель перфорації має декілька основних функцій: зменшення маси, покращення амортизації, вентиляція. Наявність численних дрібних отворів дає змогу повітрю циркулювати між шкірою кукси та вкладкою, відводячи тепло й піт, що важливо в умовах тривалого використання протеза, бо мацерація спричиняє подразнення шкіри. Аналогічні рішення впроваджуються в сучасних комерційних лайнерах, бо наскрізні отвори забезпечують вентиляцію шкіри та покращують досвід від використання лайнера. Отже, передбачена в дизайні перфорація має підвищити комфорт пацієнта, особливо в спекотних умовах.

Параметри 3D-друку

Для виготовлення дослідного зразка вкладки обрано технологію FDM 3D-друку з використанням TPU-філаменту. У цьому разі застосовувався настільний 3D-принтер, обладнаний прямою подачею філаменту, що краще підходить для гнучких матеріалів. На основі попередніх експериментів встановлено оптимальні параметри друку TPU середньої твердості (приблизно 90 Shore A).

Температура екструзії: 210–220°C (забезпечує хороший сплав між шарами без перегріву матеріалу).

Температура столу: 50–60°C (для надійного прилипання першого шару й запобігання відшаруванню).

Швидкість друку: 20–35 мм/с (порівняно повільна, щоб уникнути дефектів унаслідок подання гнучкого філаменту та гарантувати точність укладання).

Ретракція: довжина 1–2 мм зі швидкістю ~25 мм/с (незначне втягування матеріалу, щоб зменшити ниткування TPU, який схильний до утворення «ниток» за надмірної ретракції).

Висота шару: 0,2 мм (достатня для балансу між деталізацією поверхні та швидкістю друку). За таких умов вдалося надрукувати тестові фрагменти ґратки й суцільні зразки TPU без дефектів.

У процесі друку основним викликом було виготовлення виробу з м'якого матеріалу, бо навіть незначні помилки під час друку призводять до того, що модель деформується і друк необхідно починати спочатку. Альтернативними методами, які можна було б упровадити для заданих рішень, є SLS- або MJF-друк, коли отвори формуються в порошку, що дає змогу уникнути використання підтримок.

Оцінювання якості та властивостей вкладки

Надрукований прототип проаналізовано щодо зручності та міцності. Ергономічно конструкція виглядає вдалою: усі краї виробу згладжені, відсутні гострі кути чи виступи, що могли б тиснути на шкіру. Гнучкий матеріал (TPU) і ґратчаста структура разом роблять вкладиш здатним до стиснення та розширення, тобто таким, що пружинить під навантаженням. Завдяки цьому тиск на куksу рівномірно розподіляється на поверхні виробу. Під вагою тіла в процесі ходьби перфоровані стінки вкладки стискаються та пружно опираються деформації. Це має зменшувати ударні піки навантажень, запобігаючи болючим відчуттям.

Також необхідно зважати, що множинні отвори знижують суцільну площу матеріалу, навантаження зосереджується навколо країв отворів. Форма отворів створена, щоб мінімізувати концентрацію напружень, але тривала міцність перфорованої структури потребує перевірки. Необхідно протестувати, чи не виникатимуть з часом розриви матеріалу між отворами від багаторазових згинань і ударів. Під час первинного оцінювання міцності проаналізовано товщину стінок отворів, яка становить декілька міліметрів. Це має бути достатнім запасом міцності для TPU, який є матеріалом, що доволі непогано розтягується.

З конструктивного погляду виріб має складну геометрію з внутрішніми каналами. Досягти цього стало можливо завдяки використанню адитивної технології. Вкладка спроектована як змінний модуль, її можна встановлювати в протезну систему й за потреби замінювати окремо від решти протеза. Це також полегшує обслуговування протеза, адже можна змінити вкладку, надрукувавши нову.

Переваги та недоліки рішення

Результати дослідження підтверджують, що застосування технології FDM в комбінації з TPU-філаментом для виготовлення амортизувальних вкладок є перспективним підходом. Основними перевагами описаної технології є можливість персоніфікувати виріб, високий рівень амортизації та комфорту, що також можна адаптувати за необхідності, оперативність та економічність, особливо порівняно з традиційними виробами. Звісно, запропоноване рішення має й певні обмеження, зокрема довговічність 3D-друкованих вкладок, яка потребує ретельної перевірки. TPU – зносостійкий матеріал, але багатocyклічні навантаження в умовах реальної експлуатації можуть призвести до руйнування вкладки.

Важливо провести випробування на зносостійкість матеріалу, стирання, оцінити термін служби таких лайнерів. Також необхідно приділити значну увагу місцю стику лайнера та протеза. Як зазначають *Choi, Ogle* та *Shin* [5], забезпечення достатньої міцності й стабільності стику між м'якою гільзою та твердим каркасом протеза залишається актуальним викликом. Проєкт вкладки спрощує її заміну, але необхідно переконатися, що вона не змінює свого положення під час ходьби для уникнення люфту. Останнє, на що необхідно звернути увагу, – це поведінка матеріалу в різних умовах. Наприклад, за низької температури TPU може тверднути й втрачати еластичність, а за високої – надмірно розм'якшуватися. Крім того, у разі

контакту з кінцівкою створюються надмірно вологі умови, що також впливатиме на досвід застосування. Лайнер маж залишатися пружним і не ковзати, навіть під час намокання. Ці аспекти потребують додаткових досліджень, оскільки стабільність характеристик унаслідок зміни умов є критичною для надійності протеза [5, 6].

Висновки

Результати демонструють високу ефективність застосування 3D-друку у створенні персоналізованих рішень для користувачів протезів. Амортизувальні лайнери, надруковані з TPU методом FDM, поєднують комфорт, функціональність і адаптивність, що дасть змогу покращити якість життя людей з ампутованими кінцівками. Подальший розвиток цієї технології полягає в покращенні дизайну та адаптації матеріалів під ці цілі. У сучасних реаліях упровадження цієї технології в практику має неабиякий потенціал та відповідає загальним потребам медичної галузі України та світу.

Література

1. Chang, J., Zhu, L., & Liu, Y. (2022). Silver nano-laden TPU filaments for 3D printed medical devices with enhanced antibacterial properties. *Polymers*, 14(10), 1982. DOI: 10.3390/polym14101982
2. Kwon, G., Seo, Y. B., & Lee, S. (2018). A study on 3D printed flexible prosthetic liners using fused deposition modelling. *Rapid Prototyping Journal*, 24(5), 855–862. DOI: 10.1108/RPJ-01-2018-0012
3. Huang, S., et al. (2021). Mechanical properties of TPU lattices with graded cell structures using SLS. *Additive Manufacturing*, 40, 101930. DOI: 10.1016/j.addma.2021.101930
4. Bickel, B., Matusik, W., et al. (2018). Design and fabrication of flexible structures for prosthetics with controlled elasticity using 3D printing. *Computer Graphics Forum*, 37(2), 35–44. DOI: 10.1111/cgf.13340
5. Choi, J., Ogle, R. E., & Shin, D. Y. (2020). Evaluation of 3D-printed flexible prosthetic sockets. *Polymers*, 12(6), 1336. DOI: 10.3390/polym12061336
6. Misan, B., Nevliudov, I., Ruban, O., & Kilic, A. (2024). Features of 3D Printing of Oral Films. *Journal of Natural Sciences and Technologies*, 3(1), 262–265. DOI: 10.5281/zenodo.12705445

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ В ПРОЄКТНОМУ УПРАВЛІННІ

In the modern environment the role of the individual as the main resource for economic development is growing. The analysis of the real development processes of the society in modern conditions has led to the establishment of human capital as the main productive factor. Innovation is a key feature of economy based on knowledge, the engine that contributes to business, politics, culture of the country. The result of the study is the deepening of theoretical provisions on the introduction of flexible approaches to the knowledge management.

Сучасні глобальні зміни та загрози показують, що світ стає все складнішим і людство не встигає засвоїти нові наукові парадигми для розбудови майбутнього. Реформування та модернізація України на шляху до Європейського Союзу вимагає зростання ролі проєктного управління, оскільки управління проєктами є ідеальним засобом перетворення світу завдяки створенню інноваційного продукту.

Епоха, коли під капіталом розуміли лише землю, працю та гроші, вже стала історією. Нині ці три класичні форми капіталу відступають перед новою формою – «нематеріальні активи». У період із 1996 до 2021 рр. вартість нематеріальних активів у світі зросла на 1145 % (з \$6 трлн 1996 р. до \$74 трлн 2021 р.). 1996 р. нематеріальні активи становили 20,1% світового ВВП, 2021 р. – 77,9% [1]. Отже, входження людства до нової економіки XXI ст. дає підстави стверджувати, що одним з основних складників національної стратегії розвитку України має стати широке застосування управління знаннями. Управління знаннями (англ. *knowledge management*) – це методологія, спрямована на підвищення рівня конкурентоспроможності та захищеності компанії внаслідок використання набору інструментів захисту, управління й економіки нематеріальних активів компанії [2]. Управління знаннями – це нова парадигма управління, і їй необхідно приділити достатньо уваги для формування сучасної моделі інноваційного розвитку [3]. Обсяг знань на планеті подвоюється щорічно; у провідних організаціях світу частка вартості нематеріальних активів досягає 80% [4]. Уже зараз знання визнані економічною категорією, активно розвиваються інформаційні технології для роботи з ними.

В управлінні знаннями широко впроваджують два підходи:

- інформаційно-технократичний (процесний);
- поведінковий (унаслідок творчої діяльності особистості).

Інформаційний (процесний) підхід передбачає кодифікацію знань на основі визначених процедур оброблення з використанням відповідних технологій, обміну, поширення та повторного використання в нових проєктах. Слабкість такого підходу полягає в тому, що він не дуже ефективний, коли потрібно «набути» неявних знань. Застосування ІТ-технологій до управління знаннями спрямовує дії користувачів на розміщення інформації за певними правилами, що дають змогу успішно знаходити й використовувати її надалі. Проте за відсутності соціальної взаємодії нове знання не виникає тільки завдяки обробленню відомої інформації.

Поведінковий підхід полягає в тому, що увагу зосереджено на побудову робочого середовища в компанії, в якому полегшуються процеси обміну знаннями й засвоєння. Спільноти є неформальними групами людей, які регулярно зустрічаються для обміну ідеями. З огляду на те, що відбувається зараз у інформаційному середовищі всі розуміють, що носіями знань є люди. Саме цінність їхніх накопичених знань і досвіду зрештою перетворюється в прибуток компанії. Експерти вважають, що організації в тій чи іншій формі використовують лише 20% усіх знань, які стають «явними». Це означає, що 80% залишаються незатребуваними. Вони залишаються в серцях і умах співробітників цих організацій. Доступ до цього «неявного» знання можна отримати тільки за допомогою людської взаємодії. Основним механізмом створення високоцінних знань та їх застосування є спілкування між співробітниками, які працюють в одній організації. Отже, передача знань відбувається під час спілкування між людьми, яке спрямоване на отримання необхідної інформації для розв'язання проблем або прийняття рішень.

Комунікації можуть бути особистими й груповими, прямими або віртуальними. Особисте спілкування використовується, наприклад, під час звернення за порадою в повсякденному житті або зі службових питань. З метою забезпечення ефективності групових комунікацій застосовують творчі методи для вилучення необхідних знань із свідомості співробітників і передачі їх колегам, які їх потребують для розв'язання нагальних проблем. Водночас цифрова трансформація, формування принципово нових бізнес-моделей і бізнес-процесів, створення інноваційних продуктів і послуг, таких як хмари, мобільність, передова аналітика, штучний інтелект, додають нам нестабільності.

Уже зараз для багатьох проєктних менеджерів автоматизація значної частини їхніх поточних завдань планування, контролю та координації проєкту [5] стане невід'ємним складником. Керівники проєктів намагаються перекласти більшу частину своєї адміністративної роботи на віртуального помічника, а самі прагнуть застосовувати лідерські якості та м'які навички для управління проєктними командами.

Традиційний менеджмент, сформований на принципах статистичної екстраполяції, втратив актуальність і поступається новим гнучким підходам управління. Але попереду нас очікують ще більш радикальні зміни, які наразі дуже важко передбачити. Тому зараз у проєктних менеджерів усе більше значення набувають креативні компетенції, вміння передбачати та швидко реагувати на невизначене майбутнє. Завдяки постійному вдосконаленню програмного забезпечення та засобів зв'язку скорочуються терміни запусків продуктів і послуг. Отже, компанії в гібридному світі (цифровому та фізичному) зазнають величезного тиску, щоб також прискорити впровадження своєї продукції. На цифровому ринку контроль за швидкістю розроблення та запуску виробів усе частіше переходить до створення цілої екосистеми інновацій у сенсі поєднання мережі суб'єктів із взаємодоповнювальними продуктами та послугами.

Протягом майбутніх років відбуватиметься зростання важливості «м'яких компетенцій проєктного менеджменту», що пов'язано із визначальною роллю особистості в проєктному управлінні. Цей людський чинник управління стає набагато важливішим у зв'язку з розвитком штучного інтелекту, і надалі він має лише підсилюватися, якщо хочемо перемагати в змаганні з алгоритмами. Авторка вважає, що домінантною компетенцією управління проєктами залишатиметься вміння співпрацювати в командах і формувати проєктне середовище на основі етичних норм і загальнолюдських цінностей.

У цифрову епоху надання можливості людям навчатися використовувати доступні цифрові інструменти постійно зростає. Керівники проєктів мають ретельно оцінювати наявні цифрові навички та грамотність своїх менеджерів, розуміти, наскільки комфортно вони почуваються з цифровими інструментами, соціальними мережами, хмарою та подібними трендами. Управління знаннями стає способом адаптації людства до невизначеного майбутнього. Зараз необхідно навчати студентів інакше, щоб підготувати до життя в новому світі. Важливо змінити філософію навчання – від заучування інформації до пошуків креативних підходів та інших сенсів в інформації. Проте без перегляду освітніх стандартів і програм це зробити неможливо.

Література

1. Ярослав Романчук. Капітал майбутнього. Про що варто замислитись Україні вже зараз [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nv.ua/ukr/opinion/ekonomika-maybutnogo-shcho-potribno-zminiti-ukrajini-coca-cola-facebook-ostanni-novini-50206920>
2. Нематеріальна економіка: управління формуванням і використанням інтелектуального капіталу: монографія/ Л.С. Шевченко, О.А. Гриценко, Т.М. Камінська, С.М. Макуха, О.С. Марченко та ін.; за ред. Л.С. Шевченко. – Х.: Право, 2014. 404 с. ISBN 978-966-458-667-9
3. Drobakhina T., & Mamatova T. (2021). Tailored Approaches for Successful Local Creative Economy Development: Knoledge Management, Agile & Extreme Project Management. Knowledge, Education, Law, Management, 1(4), P. 167–174. DOI: <https://doi.org/10.51647/kelm.2021.4.2>
4. Востряков, О.В. «Концепція управління знаннями в стратегічному процесі сучасного підприємства». URL: <http://economica.org.ua/2009/upravlinnya-znannyami1>
5. Project Management Knowledge Management Guide (2013). 5th Edition. Newtown Square, PA, USA: Project Management Institute, Inc., 589.

**ІННОВАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ
ПРОГРАМ РОЗВИТКУ ДЕВЕЛОПЕРСЬКОЇ КОМПАНІЇ
НА ОСНОВІ ПРОАКТИВНОГО СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ**

The modern real estate development sector is highly competitive and dynamic, requiring professionals to adapt and innovate constantly. The article emphasises the need to move from reactive problem-solving to proactive strategic management, which allows companies not only to survive but also to shape the future of the market. This is especially relevant in the context of digitalisation, the growing demands of new demographic groups (millennials, Generation Z), increased attention to sustainability and constant regulatory changes. Proactive management creates a virtuous circle of continuous improvement and resilience, allowing companies to not just survive, but actively shape the real estate market and thrive in times of instability.

Сектор девелопменту нерухомості за своєю сутністю є висококонкурентним і стійким, проте успіх у ньому все більше залежить від постійної адаптації та впровадження інновацій. Сучасні професіонали мають не лише досконало володіти основами бізнесу, але й постійно оновлювати свої знання, шукати способи диференціації та оптимізувати кожен процес. Галузь переживає значну цифровізацію, що зумовлена появою нових демографічних груп, таких як міленіали та покоління Z, які висувають нові вимоги до технологій, а також зростанням уваги до сталого розвитку й постійною еволюцією нормативно-правової бази.

Це динамічне середовище потребує переходу від реактивного розв'язання проблем до проактивного стратегічного управління, де організації передбачають зміни, а не тільки реагують на них [1]. Такий підхід дає змогу не лише виживати в умовах ринкової турбулентності, але й активно формувати майбутнє ринку, використовуючи можливості, що виникають.

Проактивне стратегічне управління в девелопменті нерухомості передбачає орієнтацію операційної діяльності бізнесу на споживача, використання людського капіталу, оперативне реагування на зовнішні виклики та формування конкурентних переваг. Це системний процес визначення

та встановлення зв'язку організації з її оточенням, що полягає в реалізації обраних цілей та спробі досягти бажаного стану взаємовідносин з оточенням унаслідок розподілу ресурсів, що дасть змогу ефективно та результативно функціонувати організації та її підрозділам [2].

Власне, проактивне управління полягає в тому, щоб випереджати потенційні проблеми, впроваджуючи превентивні заходи. Це починається зі встановлення чітких, досяжних цілей та активного створення власних можливостей, замість очікування їх появи.

Такий підхід допомагає компанії не просто адаптуватися до змін, а й ініціювати їх, створювати нові ринкові ніші та стандарти [3].

Розглянемо основи проактивного стратегічного управління в нерухомості.

Проактивне стратегічне управління базується на кількох взаємопов'язаних принципах, що дають змогу девелоперським компаніям не лише реагувати на ринкові зміни, але й активно формувати своє майбутнє.

Передбачення (*Foresight*) є здатністю прогнозувати майбутні події та виклики, що дає змогу здійснювати проактивне планування замість реактивного реагування. Це передбачає систематичне вивчення потенційних майбутніх розробок для інформування поточних рішень. Ключовими рушійними силами для передбачення є демографічні зміни, технологічні досягнення (*PropTech*), екологічні проблеми (сталий розвиток) та регуляторні зміни. Здатність передбачати майбутнє не обмежується лише прогнозуванням, а й полягає в підготовці до різних сценаріїв, що допомагає компаніям залишатися актуальними та конкурентоспроможними.

Адаптивність і гнучкість означають, що стратегічні плани мають бути гнучкими та здатними адаптуватися до мінливих обставин без шкоди для основних цілей. Це передбачає створення планів, які можуть реагувати на різні сценарії, та включення механізмів для безперервного оцінювання та коригування. Оптимізація вартості активів нерухомості досягається, коли управління постійно надає відповідні рішення для бізнес-завдань, що вимагає проактивної моделі управління майном.

Системне мислення розглядає підприємство як цілісну систему, наголошуючи на цілісності властивостей системи, структурній єдності, взаємозалежності структури та середовища, ієрархічності та множинності опису системи. Воно передбачає всебічне залучення всіх елементів підприємства до механізму управління розвитком, визнаючи, що функціонування одного елемента впливає на інші. Цей підхід сприяє тому, що рішення,

прийняті в одній частині організації, беруть до уваги їх вплив на інші частини й на систему загалом.

Цільова орієнтація (принцип кінцевої мети) означає, що в системі все підпорядковується основній меті. Проактивне стратегічне мислення спрямоване на дослідження умов діяльності підприємства, прогнозування наслідків прийнятих господарських рішень, створення умов для ефективного функціонування організації та концентрацію на зборі, аналізі та використанні інформації. Це допомагає більш якісно визначити пріоритети розвитку.

Інформаційна підтримка є ключовим принципом системності в стратегічному управлінні, що забезпечує вчасну та релевантну інформацію, а також наявність адекватних методів і моделей для оброблення інформації.

Взаємозв'язок цих проактивних принципів створює посилювальний ефект. Передбачення, що полягає в здатності прогнозувати майбутнє, безпосередньо впливає на адаптивність, визначаючи, як реагувати на очікувані зміни. Обидва ці принципи значною мірою залежать від системного мислення, яке допомагає зрозуміти взаємозв'язки всередині системи та її оточення. Надійна інформаційна підтримка, що забезпечує доступ до даних для аналізу, є фундаментальною для всіх зазначених принципів. Зрештою, ці принципи сходяться для досягненні цільової орієнтації, тобто бажаних результатах. Наприклад, передбачення демографічних змін вимагає системного аналізу ринкових даних, щоб адаптувати плани розвитку та забезпечити відповідність нових проєктів довгостроковим цілям компанії. Без одного елемента інші стають більш слабкими. Це означає, що справді проактивна компанія з нерухомості не просто «здійснює» передбачення; вона глибоко вбудовує його у свою організаційну культуру, інфраструктуру даних та процеси прийняття рішень, гарантуючи, що кожен стратегічний крок є продуманою відповіддю на добре зрозуміле потенційне майбутнє, а не ізольованою дією.

Упровадження проактивного стратегічного управління приносить девелоперським компаніям значні переваги, які є взаємопідсилювальними.

Зменшення ризиків. Проактивне планування дає змогу компаніям передбачати економічні зрушення та їх вплив, виявляти виклики та розробляти ефективні стратегії для їх пом'якшення, заощаджуючи час, зусилля та ресурси. Це допомагає мінімізувати наслідки несприятливих для ведення бізнесу змін. Сценарне планування є потужним інструментом для навігації в умовах невизначеності та покращення стратегічного прийняття рішень завдяки вивченню потенційних майбутніх подій та їх впливу.

Оптимізація ресурсів. Проактивне планування забезпечує максимальну ефективність та продуктивність за допомогою оптимізації термінів найму нових співробітників, придбання обладнання та впровадження сучасних технологій, запобігаючи непотрібним витратам і недовикористанню ресурсів.

Фінансова ефективність. Проактивний підхід сприяє значній економії коштів завдяки кращому управлінню запасами, точному прогнозуванню потреб у робочій силі та вчасним інвестиційним стратегіям. Наприклад, проактивне обслуговування, хоча й передбачає початкові витрати, є економічно ефективним у довгостроковій перспективі, запобігаючи великим і дорогим ремонтам.

Стійка конкурентна перевага. Підготовленість до різних фаз бізнес-циклу забезпечує сильну конкурентну перевагу, даючи змогу компаніям диверсифікувати або виходити на нові ринки під час спадів, тоді як реактивні конкуренти намагаються пристосуватися. Таке передбачення збільшує частку ринку та зміцнює репутацію бренду як лідера в галузі. Наприклад, проактивні агенти будують більш міцні відносини з клієнтами та покращують видимість бренду.

Переваги проактивного управління не є просто сумою окремих елементів, а мають кумулятивний ефект. Ефективне зменшення ризиків, наприклад, завдяки сценарному плануванню зменшує потенційні фінансові втрати, що зі свого боку вивільняє капітал для оптимізації ресурсів, таких як інвестиції в *PropTech*. Ця покращена ефективність безпосередньо сприяє фінансовій ефективності й дає змогу робити стратегічні інвестиції, які створюють конкурентну перевагу. Здатність швидко змінювати напрям (адаптивність) на основі передбачення (зменшення ризиків) означає, що компанія може використовувати можливості раніше за конкурентів, ще більше зміцнюючи свої позиції на ринку. Компанії, які приймають проактивне стратегічне управління, створюють добротне коло безперервного вдосконалення та стійкості, що робить їх за своєю сутністю більш надійними та здатними процвітати на нестабільних ринках. Це виходить за межі простого виживання до активного формування ринку.

Література

1. Kandemir, D., & Acur, N. (2012). Examining Proactive Strategic Decision-Making Flexibility in New Product Development. *Journal of Product Innovation Management*, 29, 608–622. <https://doi.org/10.1111/J.1540-5885.2012.00928.X>

2. Carballo-Penela, A., & Castromán-Diz, J. (2015). Environmental Policies for Sustainable Development: An Analysis of the Drivers of Proactive Environmental Strategies in the Service Sector. *Business Strategy and The Environment*, 24, 802–818. <https://doi.org/10.1002/BSE.1847>
3. Albertini, E. (2018). The Contribution of Management Control Systems to Environmental Capabilities. *Journal of Business Ethics*, 159, 1163–1180. <https://doi.org/10.1007/s10551-018-3810-9>

СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ ТАЛАНТІВ У ГІБРИДНОМУ РОБОЧОМУ СЕРЕДОВИЩІ

The paper explores the development of a talent growth strategy in a hybrid work environment shaped by artificial intelligence and skill-based approaches. It highlights the challenges posed by structural barriers and the need for adaptive, multi-level strategies. The proposed model is based on the «3M Pyramid,» integrating methodology, method, and technique levels to ensure flexibility and scalability. The approach is supported by Prosci's change management methodology to align leadership, project management, and change processes.

Нині відбувається глобальний перехід до нового типу економіки, в якій визначальними чинниками стають штучний інтелект та гібридні моделі роботи. Це приводить до масштабної трансформації організацій, вимагаючи принципово інших підходів до управління персоналом. Усе більше компаній запроваджують методології, в яких ключовими критеріями оцінювання працівників є підтверджені навички й компетенції, зокрема *skills-first* (навички понад усе) та концепції *skill-based* організацій. Такі підходи передбачають, що навички та вміння працівників стають ключовим капіталом під час найму, кар'єрного розвитку та аналізу ефективності роботи.

Попри активне поширення цих підходів, керівники підприємств зазначають, що більшість нещодавно прийнятих на роботу співробітників мають недостатній рівень підготовки, а відсутність практичного досвіду є однією з основних проблем для бізнесу.

Дослідження *Deloitte* зазначає, що в цій новій економічній реальності виникають потреби працівників, менеджерів та організацій, які часто суперечать одна одній. Зокрема це стосується необхідності подолати брак професійного досвіду нових співробітників на тлі скорочення кількості вакансій початкового рівня, підтримки працівників і розвитку їхніх компетенцій в умовах переосмислення ролі керівників середньої ланки, а також прагнення максимально використати потенціал штучного інтелекту для розвитку бізнесу та кар'єри [1].

На думку авторів праці [2], таку ситуацію спричиняють традиційні структурні бар'єри, що гальмують перехід до економіки, основаної на навичках.

До таких бар'єрів належать:

- сигнальні перешкоди – відсутність надійних механізмів верифікації навичок у співробітників;
- дефіцит координації – неузгодженість між освітньою системою, роботодавцями та державою;
- асиметрія ризиків – нерівномірний розподіл ризиків і вигод від інвестицій у розвиток навичок між роботодавцем і працівником;
- дефіцит вимірювання – нестача надійних метрик та інструментів для вимірювання внеску навичок у продуктивність;
- культурний спротив – прихильність усталеним нормам і цінностям.

Для подолання зазначених бар'єрів необхідно переосмислити підходи до проєктування систем навчання та розвитку талантів. У контексті зростання турбулентності робочого середовища традиційне визначення розвитку персоналу як лінійного процесу в межах класичного процесного підходу втрачає ефективність. Натомість розвиток талантів необхідно розглядати як форму управління змінами, спрямовану на забезпечення адаптивності, гнучкості та сталого оновлення компетенцій фахівців. Кожна ініціатива з навчання працівників фактично запускає процес переходу окремої особистості від поточного стану її знань, навичок і поведінкових моделей до бажаного майбутнього стану.

В умовах високої невизначеності, коли затребувані навички зазнають суттєвих змін у середньому кожні два роки, система розвитку талантів має формуватися як окремий портфель проєктів. Це вимагає застосування проєктного підходу, що охоплює планування, моніторинг виконання та постійну комунікацію з учасниками змін.

З огляду на це для розроблення системи розвитку талантів доцільно використовувати комплексний підхід, що поєднує елементи управління проєктами та управління змінами. Методологічною основою запропоновано методологію *Prosci*, яка інтегрує ці два напрями. Для побудови концептуальної моделі системи розвитку талантів розглянемо модель трикутника змін *Prosci*, що містить три компоненти.

1. Лідерство та спонсорство. HR-фахівці та менеджери розробляють стратегію і визначають напрями розвитку талантів залежно від потреб організації.

2. Управління проєктами. Призначають особу, відповідальну за впровадження стратегії, та окреслюють терміни, бюджет і контрольні точки.

3. Управління змінами. Організують роботу з талантами, зокрема навчання, комунікація, менторинг і коучинг.

Отже, першим етапом у розробленні системи розвитку талантів є формування чітко визначеної стратегії, яка зважає на особливості конкретної організації, її місію, стратегічні цілі та умови зовнішнього середовища. Оскільки універсальної стратегії, придатної для всіх підприємств, не існує, вона має бути адаптивною, брати до уваги галузеву особливість і ґрунтуватися на багаторівневому підході.

Для структуризації стратегічного бачення запропоновано модель «Піраміда 3М» [3]. Ця модель є інструментальним засобом класифікації знань, що застосовується для побудови моделей діяльності з огляду на різні масштаби її бачення. Упровадження «Піраміди 3М» дає змогу подати стратегію розвитку талантів у вигляді трьох взаємопов'язаних рівнів цілісного розгляду, що формують основу ефективної системи управління талантами в гібридному робочому середовищі.

Масштаб «методологія» визначає універсальні навички, які забезпечують здатність працівників ефективно діяти в умовах невизначеності та швидких змін. Такі навички отримали назву «метанавички» [4], і до них належать креативна, системна, нечітка й інтерактивна навички, що формують НІКС-методологію [5]. Метанавички створюють фундамент професійної гнучкості та здатності до безперервного навчання.

На другому масштабі «метод» визначає конкретну діяльність та способи її організації. Базовим способом діяльності доцільно застосувати інженерний підхід, орієнтований на розроблення та впровадження раціональних рішень, спрямованих на покращення результатів бізнесу та суспільства. Інженерний підхід дає змогу розробляти алгоритми, моделі й інструменти розвитку компетенцій, а також забезпечує інтеграцію результатів навчання в операційні процеси організації.

Третій рівень «методика» охоплює прикладні компетенції працівників. Для забезпечення єдності підходів до опису, оцінювання та розвитку прикладних навичок варто використовувати стандартизовані класифікації компетенцій. Найбільш повною та актуальною в сучасних умовах є класифікація SFIA (*Skills Framework for the Information Age*), що містить 121 професійну навичку, згруповану в шість категорій. Використання SFIA створює єдину «мову навичок» для працівників, керівників та освітніх установ, що значно спрощує процеси планування навчання, побудови індивідуальних траєкторій розвитку та об'єктивного оцінювання талантів.

Комплексне поєднання трьох масштабів моделі «Піраміда 3М» дає змогу сформулювати стратегічно цілісну систему розвитку талантів, яка є гнучкою,

вимірюваною та здатною ефективно реагувати на виклики гібридного робочого середовища (рис. 1).

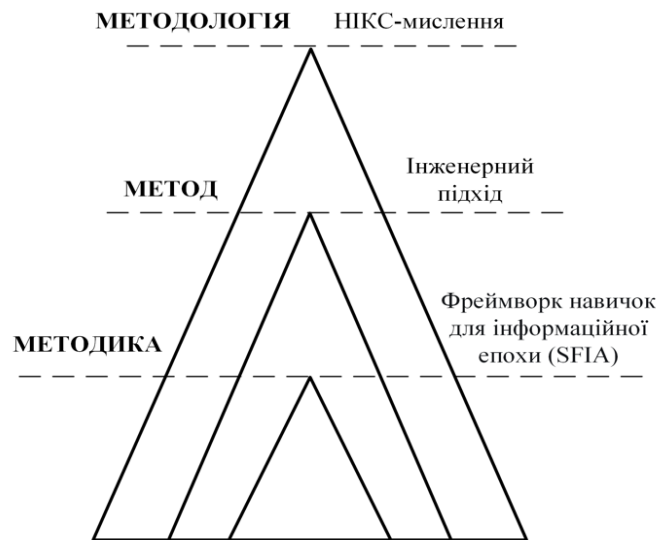


Рис. 1. Модель «Піраміда 3М» для управління розвитком талантів

Запропонований підхід передбачає подальше дослідження в напрямі перевірки сприйняття стратегії розвитку талантів на рівні моделі ADKAR, що дасть змогу оцінити готовність організації та працівників до впровадження змін і підвищити ефективність реалізації обраної стратегії.

Література

1. Deloitte. (2025). *Human capital trends report 2025*. URL: <https://www.deloitte.com/nl/en/services/consulting/research/human-capital-trends-report-2025.html>
2. Gog, S. J., Sung, J., & Sigelman, M. (2025). *Skills-first: Are we there yet?* (CSFP Working Paper No. 1). Institute for Adult Learning, Singapore University of Social Sciences. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27526.69441>
3. Рач, В. А., Ігнатова, О. В., & Борзенко-Мірошніченко, А. Ю. (2013). *Методологія системного підходу та наукових досліджень: Підручник*. Луганськ: Вид-во СЛУ ім. В. Даля.
4. Spencer, E., & Lucas, B. (2021). *Meta-skills: Best practices in work-based learning – A literature review*. Skills Development Scotland. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10399.84642>
5. Рач, В. А., & Медведєва, О. М. (2015). Комунікаційно-знаннява онтологія формування мисленнєвої нікс-методології менеджерів проектів. *Управління проектами та розвиток виробництва*. №4(56). С. 109–123.

УДОСКОНАЛЕННЯ ВИБОРУ ТОПОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

The paper proposes a method for selecting the topology of an information network, which belongs to the field of special-purpose control and data transmission systems and can be used in promising special-purpose telecommunication networks.

Відомий спосіб управління топологією мобільної самоорганізуючої мережі [1]. Недоліками зазначеного способу-аналогу є висока обчислювальна складність, низька швидкість передачі інформації та тривалий час на побудову оптимальної топології мережі [1].

Найбільш близьким до способу, що пропонується, є спосіб синтезу раціональної структури підсистеми розвідки системи протиповітряної оборони з використанням генетичного алгоритму [2]. Недоліком зазначеного способу-прототипу є не неефективність використання в умовах високої мобільності об'єктів, що входять до складу підсистеми розвідки системи протиповітряної оборони.

Запропонований спосіб вибору топології інформаційної мережі полягає у тому, що інформаційна система проводить ініціалізацію, під час якої відбувається формування початкової популяції структур-хромосом. Після чого відбувається схрещування та формування популяції хромосом-нащадків; далі мутація, формування популяції хромосом-мутантів; відбувається розпізнавання варіанту навантаження, з її оцінкою; відбір кращих хромосом з популяції та формування наступного покоління після чого інформаційною системою проводиться визначення раціональної топології з множини варіантів. Даний спосіб відрізняється тим, що інформаційна система на етапі розпізнавання варіанту навантаження проводить оцінювання якості каналів інформаційної мережі на кожному вузлі інформаційної мережі за критерієм мінімуму ймовірності бітової помилки за допомогою порівняння отриманих значень з еталонними.

Пояснимо більш докладно сутність заявленого способу. Ідентифікація навантаження інформаційної мережі на основі нечіткого логічного висновку здійснюється відповідно до визначеної бази знань.

$$\begin{aligned}
& \text{ЯКЩО} \left(x_1 = a_{1,j1} \right) I \left(x_2 = a_{2,j1} \right) I \dots I \left(x_n = a_{n,j1} \right) \text{ з вагою } w_{j1}, \\
& \text{ЯКЩО} \left(x_1 = a_{1,j2} \right) I \left(x_2 = a_{2,j2} \right) I \dots I \left(x_n = a_{n,j2} \right) \text{ з вагою } w_{j2}, \\
& \dots \\
& \text{ЯКЩО} \left(x_1 = a_{1,jk_j} \right) I \left(x_2 = a_{2,jk_j} \right) I \dots I \left(x_n = a_{n,jk_j} \right) \text{ з вагою } w_{jk_j}, \\
& \text{ТО } y = d_j, j = \overline{1, m},
\end{aligned}$$

де $a_{i,jp}$ – нечіткий терм, яким оцінюється змінна x_i в рядку з номером jp ($p = \overline{1, k_j}$), тобто $a_{i,jp} = \int \mu_{jp}(x_i) / x_i$;

k_j – кількість рядків-кон'юнкцій, в яких вихід y оцінюється значенням d_j ;
 $w_{jp} \in [0, 1]$ – ваговий коефіцієнт правила з номером jp .

Функції відповідності навантаження $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ класам d_j розраховуються так: $\mu_{d_j}(X^*) = \bigvee_{p=1, k_j} w_{jp} \cdot \bigwedge_{i=1, n} (\mu_{jp}(x_i^*))$, $j = \overline{1, m}$, де $\mu_{jp}(x_i^*)$ – функція відповідності входу x_i^* нечіткому терму $a_{i,jp}$; $\wedge$ ($\vee$) – s -норма (t -норма), якій в задачах класифікації зазвичай відповідають максимум (мінімум). В якості рішення вибрано клас з максимальною функцією відповідності розрахованого рішення $d_1 \dots d_m$:

$$y^* = \arg \max_{\{d_1, d_2, \dots, d_m\}} (\mu_{d_1}(X^*), \mu_{d_2}(X^*), \dots, \mu_{d_m}(X^*)).$$

Введемо обмеження, що існує еталонна вибірка із M пар експериментальних даних, які зв'язують входи $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ з виходом y залежності, що досліджується: (X_r, y_r) , $(r = \overline{1, M})$, де $X_r = (x_{r,1}, x_{r,2}, \dots, x_{r,n})$ – вхідний вектор в r -ій парі; y_r – відповідний вихід.

Опишемо модель оцінювання обстановки:

$$D(k) = f \left[\begin{matrix} Y_1(k-1), \dots, Y_n(k-1), \\ Z_1(k-1), \dots, Z_n(k-1) \end{matrix} \right],$$

де $Y_1(k-1)$ – вектор, що характеризує перший показник оцінки на $(k-1)$ кроці моделювання;

$Y_n(k-1)$ – вектор, що характеризує n -й показник оцінки на $(k-1)$ кроці моделювання;

$Z_1(k-1), \dots, Z_n(k-1)$ – вектори, що характеризують узагальнену оцінку по кожному з показників оцінки якості сигнальної обстановки.

Можливі стани обстановки задані множиною $d \in \{d_1, d_2, d_3\}$. Задача оцінювання полягає в тому, щоб кожному сполученню показників оцінки поставити у відповідність одне з рішень $d_i, i=\overline{1, 3}$. Показники k_n будемо розглядати як лінгвістичні змінні. Структура моделі процесу оцінювання показана у вигляді багаторівневого ієрархічного дерева логічного висновку, що відповідає наведеним нижче станам: $d = f_d(Z_1 \dots Z_n), Z = f_z(Y_1 \dots Y_n), Y_n = f_{y_n}(k_{n1}(x), k_{n2}(x), k_{n3}(x), k_{n4}(x), k_{n5}(x))$.

Для показників, що мають кількісний вимір, діапазон зміни розбивається на чотири кванти. Це забезпечить можливість перетворення безперервної універсальної множини $U = [\underline{u}, \bar{u}]$ в дискретну п'ятиелементну множину $U = (u_1, u_2, \dots, u_5)$, де $u_1 = \underline{u}, u_2 = \underline{u} + \Delta_1, u_3 = u_2 + \Delta_2, u_4 = u_3 + \Delta_3, u_5 = \bar{u}$, причому $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 = \bar{u} - \underline{u}$; $\bar{u} (\underline{u})$ – верхня (нижня) границя діапазону зміни показника. Тоді всі матриці парних порівнянь мають розмірність 5×5 . Вибір чотирьох квантів визначається можливістю апроксимації нелінійних кривих по п'ятих точках.

Оцінювання ймовірності бітової помилки каналів інформаційної мережі з використанням експертної інформації здійснюється з використанням нечітких логічних рівнянь, які являють собою матрицю знань і систему логічних висловлювань. В якості результату процесу оцінювання ймовірності бітової помилки каналів інформаційної мережі, будемо приймати рішення з найбільшим значенням функції належності. Лінгвістичні оцінки α_i^{jp} змінних $x_1, x_2, \dots, x_n$, що входять у логічні висловлення щодо рішень $d_j, j=\overline{1, m}$, розглянемо як нечіткі множини, визначені на універсальних множинах $X_i = [x_i, \bar{x}_i], i = \overline{1, n}$.

Нехай $\mu^{\alpha_i^{jp}}(x_i)$ – функція належності показника $x_i \in [\underline{x}, \bar{x}]$ нечіткому терму $\alpha_i^{jp}, i=\overline{1, n}, j=\overline{1, m}, p=\overline{1, l_i}$; $\mu^{d_j}(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – функція належності

вектора вхідних змінних $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ значенню вихідної оцінки $y = d_j, j = \overline{1, m}$. Зв'язок між даними функціями визначається нечіткою базою знань і може бути представлений у вигляді наступних логічних рівнянь:

$$\begin{aligned} \mu^{d_j}(x_1, x_2, \dots, x_n) = & \mu^{\alpha_1^{j1}}(x_1) \wedge \mu^{\alpha_2^{j1}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{\alpha_n^{j1}}(x_n) \vee \\ & \mu^{\alpha_1^{j2}}(x_1) \wedge \mu^{\alpha_2^{j2}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{\alpha_n^{j2}}(x_n) \dots \\ & \dots \mu^{\alpha_1^{jlj}}(x_1) \wedge \mu^{\alpha_2^{jlj}}(x_2) \wedge \dots \wedge \mu^{\alpha_n^{jlj}}(x_n), j = \overline{1, m}. \end{aligned}$$

Нечіткі логічні рівняння є аналогом введеної Заде процедури нечіткого логічного висновку, що здійснюється за допомогою операції «нечітка (min-max) композиція», в якій операціям $\wedge$ і $\vee$ відповідають операції min і max.

Алгоритм розрахунку функції належності при оцінюванні ймовірності бітової помилки каналів інформаційної мережі включає наступні етапи:

1. Задають сукупність нечітких термів $\{u_1, u_2, \dots, u_l\}$, що використовують для оцінки x .

2. Для кожного терму $u_i, i = \overline{1, l}$ формують матрицю парних порівнянь.

Оскільки матриця може бути інтерпретована як матриця парних порівнянь рангів, то для експертної оцінки елементів цієї матриці можна скористатися дев'ятибальною шкалою Сааті.

3. Визначають функції належності: за абсолютними оцінками рангів $r_i, i = \overline{1, n}$, які можна визначити по дев'ятибальній шкалі (1 – нижчий ранг, 9 – вищий ранг); за відносними оцінками рангів $r_i/r_j = t_{ij}, i, j = \overline{1, n}$, що створюють матрицю парних порівнянь, обчислюють значення функцій належності для кожного терму. При цьому нормування отриманих функцій належностей здійснюють шляхом ділення на найбільші ступені належності.

Нечіткі логічні рівняння разом із функціями належностей нечітких термів дозволяють оцінювати ймовірність бітової помилки каналів інформаційної мережі. Дані матриць знань утворюють нечітку базу знань оцінювання ймовірності бітової помилки каналів інформаційної мережі на кожному вузлі інформаційної мережі. Використовуючи таблиці й операції $\wedge$ (І) і $\vee$ (АБО), записують систему логічних рівнянь, що зв'язують функції належностей рішень оцінювання обстановки із функціями належності розвідувальних ознак.

Технічний результат від застосування зазначеного способу полягає у зменшенні обчислювальних затрат, підвищенні швидкості передачі інформації в умовах високої мобільності в перспективних телекомунікаційних мережах.

Література

1. Шишацький А.В., Жук О.В., Неронов С.М., Протас Н.М., Кашкевич С.О. (2024). Сукупність методик підвищення оперативності прийняття рішень з використанням метаевристичних алгоритмів. *Modern aspects of science: International collective monograph*, 40, 529–557. <http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-40.pdf>
2. Пиріг Я., Климаш М., Пиріг Ю., Лаврін О. (2023). Генетичний алгоритм як засіб розв'язання оптимізаційних задач. *Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія*, 3(2), 95–107. <https://doi.org/10.23939/ictee2023.02.095>

Обухова Н.В.¹, Давиденко О.А.²

¹Харківський гуманітарний університет «НУА»

²Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

ОСОБЛИВОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ КОМПАНІЙ ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ З ОГЛЯДУ НА ЕКОНОМІЧНУ РЕГІОНАЛЬНУ ІНТЕГРАЦІЮ

The report is devoted to the presentation by the authors of the consideration and research of the features of project-oriented management in companies. In companies, project-oriented management is considered in terms of economic integration with the cooperation of interested parties and the involvement of resources. The introduction of approaches, innovations, technologies and materials in construction forms project management, which is a mechanism for integrating these innovations into projects.

Проектно-орієнтоване управління (ПОУ) в компаніях будівельної галузі є успішним напрямом, особливо в умовах економічної регіональної інтеграції. Проектна діяльність – це складник будівництва, тому ПОУ для цієї галузі є звичайним підходом [1]. Інтеграція – це процес об'єднання будь-яких елементів в одне ціле, вона формує взаємозближення та утворення взаємозв'язків.

Синтезовану, узагальнювальну концепцію регіональної інтеграції розробив угорський економіст Б. Балаша. «Вона дуже вдало схарактеризувала різницю між інтеграцією як процесом і результатом як кінцевим станом. Економічна інтеграція зумовлена зростанням продуктивних сил, підвищенням рівня усупільнення виробництва та науково-технічною революцією».

Автори статті [2] наголошують, що інтеграційний процес визначається «прискоренням науково-технічного процесу, більш повним використанням сировинних ресурсів, підвищенням ефективності функціонування національних господарств».

Розглянемо особливості ПОУ в будівельних компаніях з огляду на економічну регіональну інтеграцію. Взагалі, інтеграція держави з компаніями відбувається за умови відповідності рівня виробництва та якості продукції за ДСТУ ISO 37120:2019 «Сталі міста та громади» та ДСТУ ISO 10006:2018 «Управління якістю. Настанови щодо управління якістю в проектах», що забезпечує сучасні конкурентоспроможні організаційно-технологічні, економічні й технічні рішення. Ці стандарти застосовують до будь-якого міста, муніципалітету або місцевого самоврядування,

що беруть на себе зобов'язання оцінювати його ефективність у формі порівняння та перевірки, незалежно від розміру та місця розташування [3].

Активним процесом в узагальнювальну концепцію регіональної інтеграції є впровадження європейських стандартів, зокрема ДСТУ ISO 37120:2019 та ДСТУ ISO 10006:2018, з інформаційними технологіями, з програмами системи технології BIM, що містить комплекси з архітектурної частини проєкту (*Autodesk (Revit), AllPlan Deutschland GmbH, Graphisoft (Archi CAD), Tekla Corporation, AutoCAD, ALUPROF*), конструктивної частини (ЛІРА – САПР, Мономах, САПФІР, *SCHUCO, SchueCal та SchueCad*), сантехнічної та електричної частин (*Magi CAD* для *AutoCAD*), а також окремі невеликі ППП «Будівельні Технології Кошторис – ПБР», «Будівельні Технології Кошторис 8.5», «*MS Project*». Усе перелічене забезпечує ефективність будівельного проєкту, реалізацію та експлуатацію галузі.

Розглянемо особливості проєктно-орієнтованого управління в компаніях м. Харкова. Якщо порівнювати проєкти щодо зведення нових об'єктів і реконструкції наявних, то можна стверджувати, що вони є унікальними за такими показниками: проєктними рішеннями, бюджетом, термінами прийняття, вимогами до якості та використаними ресурсами. Усе перелічене вимагає гнучкого підходу до управління, постійного моніторингу й адаптації.

Особливостями проєктів є унікальність і складність процесів, наприклад, зведення 15-поверхового житлового будинку на просп. Льва Ландау й реконструкцію 9-поверхового житлового будинку на вул. Соборності України розпочато з архітектурно-проєктних рішень, а в разі реконструкції – з демонтажу пошкоджених конструкцій та матеріалів покрівлі (див. рис. 1).

ПОУ допомагає координувати інтереси та очікування за умови узгодження договірних відносин учасників містобудівної діяльності: інвесторів, замовників, проєктувальників, підрядників, субпідрядників, експертних організацій, інжинірингових та консалтингових компаній, державних органів влади.

У процесі розрахунку проєктно-кошторисної документації зважають на ризики та рівень невизначеності: розв'язують питання, пов'язані з розподілом обов'язків, відповідальністю трудових ресурсів під час виконання робіт. ПОУ дає змогу ефективно ідентифікувати, оцінювати та управляти цими ризиками. Прикладом є реконструкція на вул. Соборності України, розпочата в грудні 2022 р. У цій ситуації декілька разів змінювалися керівники об'єкта з реконструкції впродовж робіт (людський фактор).



а)



б)



в)



г)



д)

Рис. 1. Новобудова й об'єкт реконструкції в м. Харкові:

а – нове будівництво; б – реконструкція фасаду;

в – реконструкція перекриття та стін; г – реконструкція покрівлі;

д – покрівля (вигляд зверху)

Узагалі, строки реалізації проєктів за ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів» розраховують, але залежно від обставин вони можуть мати тривалий термін. Наведемо такий приклад: прийняття новобудови в експлуатацію заплановано на 2022 р., але було перенесено, реконструкцію об'єкта розпочато в грудні 2022 р. й триває дотепер. Це відбувається без вчасного й повного виділення коштів на реконструкцію, але водночас і виконання робіт переносять на невизначений термін.

У розробленні календарного плану специфіка, призначення ресурсів і кошторисні розрахунки формують бюджет проєкту. Призначені ресурси містять такі категорії: кваліфіковані кадри, претенденти; матеріали, обладнання та устаткування; джерела витрат. Береться до уваги розроблення проєктної документації, прийнятий рівень і структура прямих і загальновиробничих витрат за проєктом.

У рішеннях з реконструкції об'єктів ПОУ допомагає адаптуватися до будь-яких змін, поєднуючи операційну й проєктну діяльність, підвищуючи швидкість прийняття рішень.

Проблеми в будівництві існують і пов'язані з негнучкістю системи та бюрократизмом у розподілі фінансування, виборі підрядника, наданні повноважень виконавцям.

Розв'язком окреслених проблем стає економічна регіональна інтеграція, яка дає змогу брати участь у міжнародних будівельних проєктах із залученням іноземних фондів, наприклад, у навчанні та застосуванні BIM-технологій в університетах, проєктних і будівельних компаніях. Ресурсом і кінцевим продуктом проєктно-орієнтованого управління також є інформація, що трансформується в систему рекомендованих настанов, використання яких сприяє прийняттю правильного рішення з планування та управління на кожному етапі життєвого циклу проєкта [3].

У будівельних компаніях проєктно-орієнтоване управління за підтримки муніципалітету міста спостерігаємо з погляду економічної регіональної інтеграції в м. Харкові. Це співпраця уряду, муніципалітету, міжнародних організацій і залучення іноземних партнерів у вигляді грантових програм з фінансування, різних ініціатив допомоги. Наприклад, завдяки фінансуванню уряду Японії управління ООН з обслуговування проєктів (UNOPS) з 2023 р. працює над низкою житлових об'єктів з їх відновлення в м. Харкові. Для залучення міжнародних інвестицій компанії демонструють високий рівень прозорості, ефективності та керованості. Взагалі, у процесі управління та координації міжнародними організаціями, такими як UNOPS, проєкти реалізуються більш ефективно як за цільовим фінансуванням, так і за якістю та строками виконання робіт.

Різні підходи застосовують компанії м. Харкова до ПОУ, що зазвичай підсилює конкуренцію внаслідок оптимізації витрат на будівництво або реконструкцію, скорочення термінів реалізації проєктів і покращення якості робіт. Наприклад, розроблено та прийнято рішення із застосуванням металевих конструкцій для відновлення останнього та технічного поверхів 9-поверхового житлового будинку (рис. 2).

Упровадження нових підходів до розв'язання ситуацій, застосування інновацій, технологій, матеріалів у будівельній галузі формує проєктне управління, що є механізмом для інтеграції цих нововведень у проєктну діяльність.



а)



б)



в)



г)

Рис. 2. Об'єкти реконструкції:

а, б – металева конструкція та зварювання;

в, г – установлення стійок для підтримки перекриття

Тож нині проєктно-орієнтоване управління в будівельних компаніях в умовах економічної регіональної інтеграції дає змогу ефективно долати підвищену складність проєктів, ризики та конкуренцію, забезпечуючи успішне виконання робіт і розширення діяльності на ринках.

Література

1. Peyzer, Richard B. & Frey, Anna B. Professional Real Estate Development: *The ULI Guide to Doing Business*[Book]. Publisher: UDP, 2004. – 452 p.
2. Поняття економічної інтеграції та її основні характеристики. Посохов І.М., Дюжев В.Г., Гусарова Д.М. Інформаційно-аналітичний журнал «Економіка. Фінанси. Право». 2024. №6. URL: <http://efp.in.ua/uk/journal-article/1376>
3. Технології адаптивного управління як механізм забезпечення стабільності функціонування девелопменту компаній. Обухова Н.В., Давиденко О.А. Фінансово-кредитні системи: перспективи розвитку. 1(12)2024. С. 60–69. URL: <https://periodicals.karazin.ua/fcs/article/view/23409/21410>

СИТУАЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ В ПРОЄКТАХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

In the road transport sector, incidents lead to operational disruptions, requiring dynamic, situation-dependent interventions based on pre-developed strategies. Situational management is a critical tool for successful business development, providing analysis of management situation dynamics and minimising project risks. The aim of the study is to develop a method for situational management of digital risks in road transport projects.

У секторі автомобільних перевезень існує значна схильність до виникнення різного роду інцидентів, зокрема дорожньо-транспортних пригод, технічних несправностей транспортних засобів, впливу несприятливих метеорологічних умов тощо. Ці події можуть призвести до оперативних збоїв та незапланованих ситуацій.

Щоб мінімізувати ризики для всіх учасників транспортного процесу (користувачів доріг, пасажирів і транспортних операторів), необхідно застосовувати динамічні, ситуаційно-залежні інтервенції, що вимагають оперативного розроблення та реалізації. У складних ситуаціях недостатньо покладатися тільки на імпровізацію. Натомість управління такими подіями має здійснюватися на основі попередньо розроблених стратегій, які містять чіткий опис дій для всіх залучених сторін у конкретних сценаріях.

У сучасному швидкоплинному світі, де зміни відбуваються миттєво, ситуаційний менеджмент стає одним із найважливіших інструментів для лідерів, які прагнуть досягти успіху розвитку свого бізнесу.

Метод ситуаційного управління відіграє ключову роль у дослідженні та аналізі динаміки управлінських ситуацій, що виникають під час реалізації проєкту, забезпечуючи в цьому разі ефективний контроль за його виконанням. Ситуаційний аналіз є інструментом, що дає змогу мінімізувати вплив непередбачених обставин завдяки розробленню превентивних планів дій для різноманітних сценаріїв. Крім того, він сприяє глибшому розумінню кореляції між прийнятими управлінськими рішеннями та загальною результативністю проєкту.

Отже, ситуаційний аналіз є критично важливим компонентом ефективного проєктного менеджменту автомобільних перевезень, оскільки він уможливорює передбачення потенційних ризиків та ідентифікацію можливих

ситуацій. Це значно спрощує процес прийняття обґрунтованих рішень на всіх етапах життєвого циклу проєкту.

Мета дослідження – розроблення методу ситуаційного управління цифровими ризиками в проєктах автомобільних перевезень.

Трансформація транспортної галузі, особливо в секторі цифровізації автомобільних перевезень, є незворотним процесом, що забезпечує значні конкурентні переваги. Упровадження сучасних технологій, таких як GPS, IoT, AI, і хмарних сервісів дає змогу суттєво підвищити ефективність операцій, оптимізувати маршрути, зменшити витрати й поліпшити якість послуг.

Однак, окрім перелічених переваг, зростає кількість цифрових ризиків, зокрема кібератак, системних збоїв та порушень конфіденційності інформації. Ці загрози можуть спричинити фінансові збитки, затримки та загрозу безпеці. Тому для забезпечення сталого розвитку та безпеки проєктів автомобільних перевезень критично важливим є системний підхід до управління цифровими ризиками [1].

Результати аналізу наголошують на необхідності розроблення та впровадження ефективних стратегій нейтралізації ризиків за допомогою інструментів ситуаційного менеджменту. Детальний аналіз і класифікація загроз із метою розроблення адекватних запобіжних заходів для певних ситуацій дадуть змогу приймати обґрунтовані управлінські рішення та мінімізувати негативний вплив на діяльність компаній.

На думку В. Домарева, форми, системи, методи, стилі управління істотно змінюються залежно від об'єктивних умов діяльності, що, власне, є ситуаційним менеджментом [1]. Ситуаційний підхід передбачає, що підприємства розглядаються як відкриті системи, що активно взаємодіють із зовнішнім середовищем і перебувають під його впливом.

У роботах [2, 3] автори зауважують, що ситуаційний підхід до управління оснований на принципі, відповідно до якого ефективність управлінських дій є контекстно залежною. Результати однакових рішень можуть значно відрізнятися за різних обставин. Тож ключовим елементом цього підходу є ситуація, що визначається певним набором обставин, які мають суттєвий вплив на діяльність організації в конкретний момент часу, а реалізація управлінських функцій, відповідно, адаптується до конкретних умов. Отже, основним завданням керівника є проведення всебічного аналізу ситуації з метою вибору найбільш ефективних методів і прийомів для розв'язання наявних проблем.

Аналіз ситуаційного управління в секторі автомобільних перевезень виявив його ключові особливості.

Висока динамічність та ризиковість. Автомобільні перевезення визначаються високим рівнем ризиків, що охоплюють дорожньо-транспортні пригоди, технічні несправності, затримки, спричинені несприятливими метеорологічними умовами або прикордонними процедурами. Кожен із цих інцидентів вимагає оперативного та адекватного реагування.

Необхідність оперативного реагування. Затримка у прийнятті управлінських рішень може призвести до значних економічних ризиків, зокрема втрати вантажів, накладення штрафів та погіршення репутації компанії. Отже, ситуаційне управління є важливим інструментом для мінімізації негативних наслідків.

Взаємозв'язок з іншими системами. Транспортна система є невід'ємною частиною ширшої логістичної мережі. Подія, що виникає в одному її елементі (наприклад, затримка доставки), може мати системний вплив на всю мережу. Отже, за ситуаційного управління необхідно зважати на взаємозв'язок між її компонентами.

Ключова роль людського капіталу. Дії персоналу – водіїв, диспетчерів та логістів – є вирішальними в усуненні непередбачених ситуацій. Їхня професійна кваліфікація, досвід і здатність до швидкого ухвалення рішень є основними інструментами ситуаційного управління.

Хоча не існує єдиного ситуаційного методу, який би застосовувався лише в автоперевезеннях, управління в таких умовах спирається на комбінацію різних підходів та інструментів серед яких: моніторинг і аналіз ситуації в режимі реального часу; ситуаційний аналіз; сценарне планування; моделювання та імітація; експертні методи й автоматизовані системи підтримки рішень.

Управління автомобільними перевезеннями впливає на пропозиції транспортних компаній, а також на попит на перевезення та подорожі. Управління проєктами автомобільних перевезень має зважати на різні аспекти (стан транспортних засобів, безпека дорожнього руху, якість руху, економічні та екологічні аспекти, людський фактор) і, як наслідок, на вимоги та цілі різних зацікавлених сторін (замовники, безпосередні організатори й виконавці автомобільних перевезень) [4].

Динамічне управління автомобільними перевезеннями спрямоване на ефективне та результативне реагування на очікувані та неочікувані відхилення від базового стану. Його сутність полягає у скоординованому, ситуаційно-адаптивному впливі на поточний попит і пропозицію транспортних послуг. У цьому контексті стратегія визначається як заздалегідь розроблений план дій, що передбачає комплекс заходів для оптимізації конкретної початкової ситуації. Сама ж ситуація є комбінацією подій, проблем та умов. Отже, ситуація та розроблена для неї стратегія формують конкретний сценарій (рис. 1).

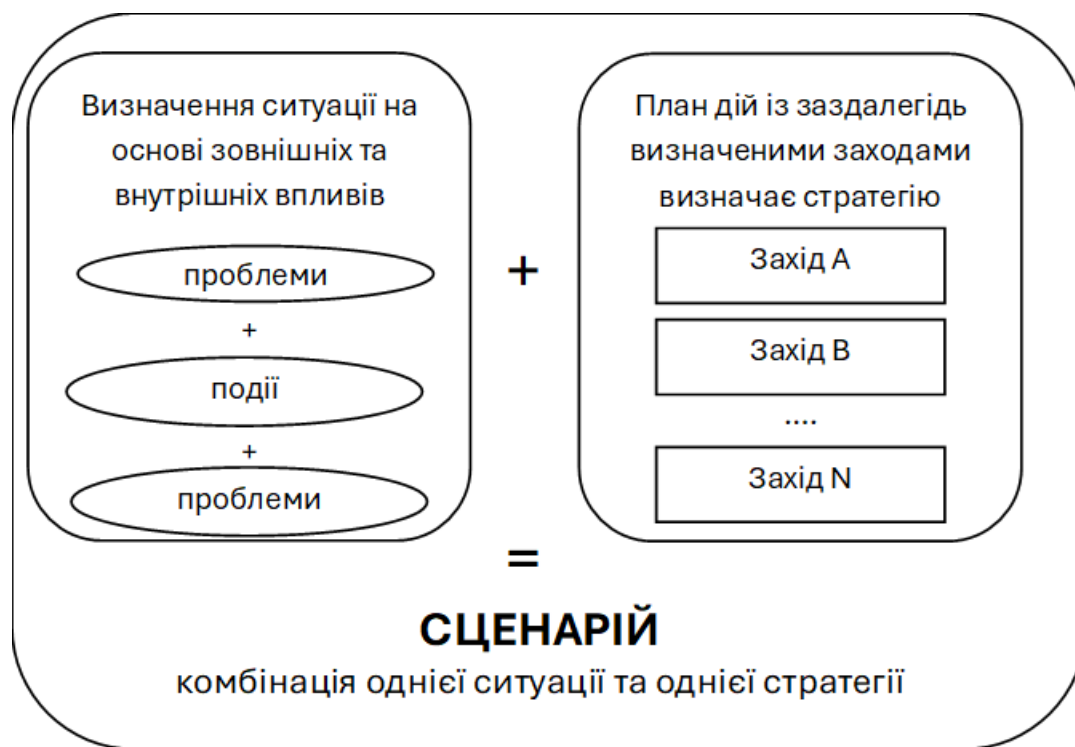


Рис. 1. Модель ситуаційного управління проектами автомобільних перевезень

Отже, ситуаційне управління в автомобільній галузі – це, власне, не окремий метод, а комплексний підхід, що поєднує технології, аналітичні методи, планування та високу кваліфікацію персоналу для оперативного й ефективного розв’язання непередбачуваних проблем.

Література

1. Заяц О.В., Олійник А.С. Ризики цифрової трансформації в проектах автомобільних перевезень. Управління розвитком складних систем. Київ, 2024. № 60. С. 71 – 78, DOI: 10.32347/2412-9933.2024.60.71-78
2. Домарєв В.В. Система ситуаційного управління: Теорія, методологія, рекомендації. Київ, 2017. 347 с.
3. Гречанінов В.Ф., Теорія ситуаційного управління та практика реалізації на прикладі базового моделюючого комплексу сектора безпеки і оборони. Математичні машини і системи. № 4. 2021. № ISSN 1028-97634 С. 15–34.
4. Милько І., Повх Д. Сутність ситуаційного менеджменту підприємства. REBUILD UKRAINE: справа всього цивілізованого світу: збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції (Луцьк, 15 березня 2023 р.). Луцьк: Вежа-Друк, 2023. С. 231-234.
5. Boltze, M., & Fornauf, L., 2013. A Method To Develop Dynamic Traffic Management Strategies. 13th World Conference on Transport Research.

**АКТУАЛЬНІ НАПРЯМИ
ПРОГРАМНО-ПРОЄКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ
У СФЕРІ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ Й ОБОРОНИ УКРАЇНИ
В ЕПОХУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ**

The directions of program and project management in the sphere of national security and defense of Ukraine in the era of digitalization are considered. The growing threat to the state's cybersecurity, the need to improve security standards, and the implementation of integration measures to manage uncertainty in project management at various levels in terms of reducing or eliminating risks are emphasized. It is proposed to assess the level of project management based on determining the compliance of the project characteristics and its results with established quality standards, resources, and risks. It is necessary to conceptually determine the use of artificial intelligence and cloud technologies in predictive research of project activity risks.

У сучасних умовах воєнного стану, глобалізаційних процесів, агресивної війни росії проти нашої держави зростає загроза кібербезпеці України. Тому захист інформаційно-комунікаційних систем є нагальним завданням Міністерства оборони України для забезпечення інформаційної кібербезпеки та національної безпеки країни. У зв'язку із швидким розвитком технологій та цифровою трансформацією в сучасному світі питання національної безпеки та оборони набувають нового формату й вимагають упровадження сучасних методів управління. Н. Третяк наголошує: «Для покращення управлінських процесів у контексті інтеграції з міжнародними стандартами безпеки в Міністерстві оборони України слід створити та впровадити стратегічний план інтеграції, який буде включати аналіз наявних стандартів і розробку поетапної дорожньої карти; підвищити кваліфікацію персоналу через систематичне навчання, сертифікацію та залучення міжнародних експертів; гармонізувати нормативно-правову базу шляхом оновлення національних нормативних актів з урахуванням міжнародних стандартів» [1, с. 75].

Розвиток штучного інтелекту, аналітичних платформ і систем моніторингу дає змогу оперативно реагувати на ситуації кризи й приймати обґрунтовані рішення. Ще одним важливим напрямом є розроблення

та впровадження цифрових технологій у сфері кібербезпеки та кібероборони. Захист критично важливих інформаційних систем, боротьба з кіберзлочинністю та кібератаками вимагає постійного вдосконалення технічних засобів і компетенцій кадрів. Не менш важливим є залучення міжнародного співробітництва в галузі програмно-проектного менеджменту для обміну досвідом і координації заходів у сфері національної безпеки.

Проблема впливу різних негативних чинників, зокрема й ризиків, завжди актуальна в управлінні проектами. Практика керівництва проектами та програмами свідчить про те, що управління невизначеністю як частиною реального світу – це обов’язкова функція проектного менеджера, оскільки в умовах невизначеності проекти завжди мають фактичні додаткові втрати часу, фінансів, якості порівняно з плановими [2, с. 7].

Сучасний стан політичного, економічного, законодавчого середовища проектів та програм, що реалізуються на базі вітчизняних підприємств, організацій, компаній у різних сферах, мінливий, нестабільний, турбулентний.

Високий рівень невизначеності як внутрішнього, так і зовнішнього середовищ будь-якого проекту призводить до того, що керівник управляє проектом в умовах високих ризиків, постійних змін, вимушений оперативно вирішувати проблеми в проекті, управляти конфліктами, боротися зі стресами і навіть, якщо необхідно, розв’язувати кризові ситуації в проекті [2, с. 7].

Спільні проекти та програми дають змогу більш ефективно протидіяти загрозам від злочинців та інших агресорів. Загалом в епоху цифровізації програмно-проектний менеджмент у сфері національної безпеки й оборони відіграє вирішальну роль у забезпеченні стабільності та захисту країни. Використання сучасних технологій і методів управління допомагає ефективно реагувати на виклики сучасності й забезпечувати безпеку громадян.

Науковець Є. Гарькавий зазначає, що «...використання інструментарію програмно-проектного менеджменту в реалізації стратегічних комунікацій допоможе у більш гнучкий спосіб адаптуватись до зовнішніх можливостей, прогнозувати наслідки проектної діяльності й ранжувати ймовірні загрози, виявляти неочевидні з першого погляду варіанти дій, забезпечувати ефективне пристосування стратегії до актуальних викликів і загроз, системно розподіляти необхідні для виконання завдань ресурси, забезпечувати внутрішню координаційну роботу, оперативно проводити заходи з реалізації гуманітарної політики» [3, с. 92].

Реформування не лише Збройних сил України, а насамперед усієї держави, модернізації та переозброєння вітчизняної армії стало життєвою

необхідністю. Тільки розв'язання цього питання дасть змогу піднести обороноздатність нашої держави на належний рівень для збереження її незалежності. Війна, в якій Україна веде всебічну оборону щодо відсічі широкомасштабної гібридної агресії російської федерації, поєднує ознаки мережецентричної збройної боротьби [4, с. 29].

Той факт, що проекти мають бути спрямованими на досягнення цілей, набуває величезного внутрішнього змісту в завданні управління ними. Насамперед важливою ознакою управління проектами є чітке визначення та формулювання його цілей, починаючи з вищого рівня й завершуючи найбільш деталізованими цілями і завданнями. Крім того, з цього випливає, що реалізація проекту може розглядатися як переслідування ретельно обраних цілей, що просування проекту вперед пов'язане з досягненням цілей усе більш високого рівня, а завершення – з досягненням кінцевої мети.

Для управління проектом необхідно знати його характеристики, зокрема: призначення проекту; вартість; обсяги робіт і кількісні показники робіт; ресурси; виконавці; ризики; терміни виконання робіт; якість, тобто відповідність характеристик проекту та його результатів установленим стандартам якості.

У дослідженні [5] запропоновано методику оцінювання ефективності системи забезпечення інформаційної безпеки Міністерства оборони та Збройних Сил України, що має певну послідовність, а саме: визначення множини вхідних даних для оцінювання ефективності функціонування системи, оцінювання частинної ефективності функціонування системи, оцінювання ефективності функціонування системи.

Технології проектного менеджменту вдосконалюють на основі цифровізації основних процесів. Зарекомендували себе технології штучного інтелекту, які використовують в управлінні ризиками для прогнозування майбутніх загроз. Для покращення точності ухвалення рішень також застосовують штучний інтелект в оптимізації ресурсів. Для децентралізації управління впроваджують хмарні технології, що допомагають реалізувати проекти в міжнародному масштабі.

Література

1. Третяк, Н. (2024). Публічно-управлінські аспекти впровадження та супроводу інформаційних систем у Міністерстві оборони України:

нормативні основи НАТО. *Публічне управління та місцеве самоврядування*, (2), 70–76, DOI: <https://doi.org/10.32782/2414-4436/2024-2-10>

2. Данченко О.Б., Занора В.О. Проектний менеджмент: управління ризиками та змінами в процесах прийняття управлінських рішень: *монографія*. Черкаси: ПП Чабаненко Ю.А., 2019. 278 с.
3. Гарькавий Є.М. Використання підходів програмно-проектного менеджменту в реалізації стратегічних комунікацій. *Політичне життя*. 2024. № 1. С. 88–93.
4. Гречанінов В.Ф., Морозов А.О., Закалад М.А., Лопушанський А.В., Беляченко О.В. Шляхи досягнення деяких завдань визначених у стратегічних цілях за допомогою використання сучасних інформаційних технологій (створення єдиної системи управління оборонними ресурсами ЗС України). *Математичні машини і системи*. 2022. № 3. С. 28–47.
5. Петренко К.М. Удосконалена методика оцінювання ефективності системи забезпечення інформаційної безпеки Міністерства оборони та Збройних сил України. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки і оборони*. 2022. № 3(45). С. 97–100.

МЕТОДОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В ПРОЄКТАХ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ КОМПАНІЙ

The study examines a comprehensive risk management methodology in development projects of freight forwarding companies. Industry-specific risks are analyzed, and a system for their identification, assessment, and minimization is proposed. An integrated risk management model has been developed that takes into account the specifics of logistics activities and the dynamic nature of the transport market. Practical recommendations for implementing a risk management system at various stages of the development project lifecycle are presented.

Сучасні транспортно-експедиторські компанії функціонують в умовах високої невизначеності та динамічних змін ринкового середовища. Проєкти розвитку таких компаній визначаються підвищеним рівнем ризиків, пов'язаних із специфікою логістичної діяльності, міжнародним характером операцій та залежністю від зовнішніх факторів. Тому актуальним є розроблення ефективної методології управління ризиками, що забезпечить успішну реалізацію проєктів розвитку та підвищить конкурентоспроможність компаній.

Мета дослідження – розроблення комплексної методології управління ризиками в проєктах розвитку транспортно-експедиторських компаній. Для досягнення мети визначено такі завдання: систематизувати специфічні ризики транспортно-експедиторської діяльності; розробити модель ідентифікації та оцінювання ризиків проєктів розвитку; запропонувати інструменти мінімізації виявлених ризиків; сформулювати практичні рекомендації щодо впровадження системи ризик-менеджменту.

На основі аналізу виокремлено основні групи ризиків, притаманних проєктам розвитку транспортно-експедиторських компаній:

1. Операційні ризики: порушення термінів доправлення вантажів, пошкодження або втрата вантажу, збої в інформаційних системах, недостатня кваліфікація персоналу.
2. Фінансові ризики: коливання валютних курсів, зміна цін на пально-мастильні матеріали, кредитні ризики контрагентів, ризики ліквідності.
3. Регулятивні ризики: зміни в митному законодавстві, нові екологічні стандарти, вимоги до безпеки транспортування, міжнародні санкції та обмеження.

4. Стратегічні ризики: посилення конкуренції на ринку, зміни в потребах клієнтів, технологічні зміни в галузі, геополітичні фактори.

Запропонована інтегрована модель управління ризиками основана на циклічному підході до управління ризиками, що передбачає п'ять етапів:

1. *Ідентифікація ризиків* – використовуються методи експертного оцінювання, SWOT-аналіз, аналіз попередніх проєктів і сценарне планування. Створюється реєстр ризиків проєкту з детальним описом кожного виявленого ризику.

2. *Кількісне та якісне оцінювання ризиків* – застосовуються методи статистичного аналізу, моделювання Монте-Карло, експертне оцінювання ймовірності та впливу. Ризики ранжуються за ступенем критичності для проєкту.

3. *Планування реагування на ризики* – розробляються стратегії управління ризиками: уникнення, передача, зменшення або прийняття ризику. Формуються конкретні плани дій для кожного значущого ризику.

4. *Упровадження заходів управління* – реалізуються заплановані заходи з управління ризиками, зокрема технічні, організаційні та фінансові інструменти. Призначаються відповідальні особи та встановлюються терміни виконання.

5. *Моніторинг та контроль* – здійснюється постійне відстеження стану ризиків, ефективності впроваджених заходів та виявлення нових ризиків. Регулярно оновлюється реєстр ризиків проєкту.

Для кожної групи ризиків розроблено специфічні інструменти мінімізації. Операційні інструменти містять упровадження систем GPS-моніторингу транспорту, страхування вантажів і транспортних засобів, резервування критичних ресурсів, підвищення кваліфікації персоналу. Фінансові інструменти – це хеджування валютних ризиків, диверсифікація портфеля послуг, створення резервних фондів, факторинг дебіторської заборгованості. Правові інструменти передбачають моніторинг змін законодавства, укладання договорів із чіткими умовами розподілу ризиків, отримання необхідних ліцензій та сертифікатів, взаємодія з регулятивними органами. Стратегічні інструменти – це диверсифікація географічних ринків, розвиток партнерських відносин, інвестиції в інноваційні технології, формування гнучкої організаційної структури.

Для оцінювання ефективності впровадженої методології запропоновано систему ключових показників: коефіцієнт реалізації виявлених ризиків, середній час реагування на ризикові події, економічний ефект від упроваджених заходів, рівень задоволеності клієнтів якістю послуг.

Розроблена методологія управління ризиками в проєктах розвитку транспортно-експедиторських компаній ґрунтується на комплексному підході до ідентифікації, оцінюванні та мінімізації специфічних ризиків транспортної галузі. Ключовими елементами методології є структурована класифікація ризиків, що бере до уваги транспортно-експедиторську діяльність; циклічна модель управління ризиками, що забезпечує системний підхід до ризик-менеджменту на всіх етапах проєкту; комплекс інструментів мінімізації ризиків, адаптованих до особливостей логістичної галузі; система показників для оцінювання ефективності ризик-менеджменту.

Упровадження запропонованої методології дасть змогу транспортно-експедиторським компаніям підвищити успішність реалізації проєктів розвитку, зменшити фінансові втрати від ризикових подій та посилити конкурентні позиції на ринку логістичних послуг. Перспективи подальших досліджень полягають у розробленні автоматизованої системи підтримки прийняття рішень у сфері управління ризиками та адаптації методології до специфіки різних сегментів транспортно-експедиторського ринку.

Література

1. Kyryllova O., Pitera V., Kyryllova V., Shpak N., Kozlovskyi S., Lozytskyi O. (2024) Project-Oriented Approach to the Development of a Software Product for Risk Management in a Seaport as an Element of the Transport System, 2024 IEEE 19th International Conference on CSIT, Lviv, Ukraine, 2024, pp. 1–4. DOI: 10.1109/CSIT65290.2024.10982673
2. Пітерська, В. (2025). Розробка системи управління ризиками доставки вантажів на основі методу HAZOP та моделі XGBOOST. Вісник Одеського національного морського університету, (75), 161–175. DOI: 10.47049/2226-1893-2025-1-161-175.
3. Пітерська, В. (2024). Механізми використання інноваційних технологій для управління ризиками транспортно-експедиторської діяльності у сфері морського транспорту. Вісник Одеського національного морського університету, (74), 154–165. DOI: 10.47049/2226-1893-2024-3-154-165
4. O. Kyryllova, V. Pitera, V. Kyryllova, V. Shakhov, «Implementation Framework for a Maritime Transport Navigation Safety Information System: Project Development Approach», Proceedings of the 6th International Workshop IT Project Management (ITPM 2025), Dortmund, May 2025, CEUR Workshop Proceedings, 2025.

Подорожко К.Д.

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РІЧКОВІ ЕКОСИСТЕМИ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЄКТІВ

The article analyzes modern approaches to assessing anthropogenic load on river ecosystems in the context of infrastructure development. The study considers the main methods for assessing anthropogenic impact on rivers, and identifies their advantages and limitations in various practical conditions. Particular attention is paid to methods integrating environmental impact assessment, hydromorphological monitoring and geospatial analysis. The proposed approach is aimed at improving the environmental sustainability of infrastructure projects that intersect with or affect water use systems.

Актуальність дослідження різних методів оцінювання антропогенного впливу на річки є надзвичайно високою як у науковому, так і в прикладному контексті. Зростання інфраструктурного навантаження на водні об'єкти, багатфакторність і складність антропогенного впливу, необхідність ухвалення обґрунтованих управлінських рішень, потреба в стандартизації та інтеграції методик є ключовими аргументами для детального аналізу методів оцінювання антропогенного навантаження на стан річкових екосистем унаслідок реалізації інфраструктурних проєктів. Методи оцінювання антропогенного навантаження ґрунтуються на сукупності підходів і методів. Перелічимо найбільш поширені з них [1, 2].

1. Гідрологічний метод, основним джерелом отримання знань про стан річки якого є моніторинг гідрологічних показників для аналізу водного балансу.

2. Хімічний і фізико-хімічний методи, що базуються на періодичному аналізі якості води та визначенні рівня евтрофікації.

3. Морфологічні методи, що аналізують зміни русла річок і здійснюють моніторинг опадонакопичення.

4. Метод, застосований на використанні показників дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і ГІС-моделюванні, основу якого становлять космічні знімки та їх аналіз.

У дослідженні цих методів важливим є встановлення зв'язку між реалізацією інфраструктурних проєктів і нормативно-правовим регулюванням оцінок антропогенного впливу на річкові екосистеми [1].

Реалізація інфраструктурних проєктів, зокрема будівництво транспортних коридорів, гідротехнічних споруд, енергетичних об'єктів, безпосередньо пов'язана із втручанням у річкові екосистеми. Таке втручання може спричиняти зміну гідрологічного режиму, руйнування берегів, забруднення вод, втрату біорізноманіття тощо. Саме тому ключову роль у процесі планування та реалізації таких проєктів відіграє нормативно-правова база, що регламентує процес оцінювання впливу на довкілля. Наявність чітких правових вимог також забезпечує прозорість процесу, залучення громадськості та підвищення екологічної відповідальності учасників проєкту [3].

В Україні антропогенне навантаження на басейни річок значно перевищує показники розвинутих країн світу [2, 4]. Варто зауважити, що значний внесок у дослідження антропогенного впливу на річки України мають наукові праці А. Яцика, В. Вишневського, О. Данильченка, І. Мисковця та ін. Оцінювання антропогенного впливу на річки регулюється низкою нормативно-правових актів, визначають вимоги до моніторингу стану русла річок, аналізу басейнової території (лісистість, забудованість, розорюваність), звітності та управління станом водних ресурсів. Нижче подано основні нормативні документи.

1. Водний кодекс України – закон, що регламентує правові основи використання та охорони вод, зокрема поверхневих. Установлює вимоги щодо ведення державного моніторингу вод, обліку водокористування, охорони вод від забруднення, засмічення та виснаження, зон санітарної охорони джерел водопостачання.

2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», що визначає загальні принципи екологічної безпеки та право на безпечне довкілля, передбачає проведення екологічного моніторингу й аналізу впливу діяльності на довкілля, зокрема на водні об'єкти.

3. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля», де регламентовано процедуру оцінювання впливу проєктної діяльності (будівництво, скиди, водозабори тощо) на довкілля, вимагає проведення аналізу впливу на водні ресурси, зокрема річки, із подальшим громадським обговоренням.

4. Постанова Кабінету Міністрів України № 758 від 19.09.2018 р. розкриває порядок проведення моніторингу вод відповідно до Водної Рамкової Директиви ЄС (2000/60/ЄС), упроваджує річковий басейновий підхід, який є основою для застосування моделей оцінювання антропогенного впливу, передбачає використання геоінформаційних систем, дистанційного зондування, математичних моделей.

5. Наказ Мінприроди № 163 від 16.03.2015 р., що подає методику оцінювання стану поверхневих вод, яка передбачає застосування біоіндикаторів, гідрологічних, фізико-хімічних і морфометричних показників під час отримання оцінок впливу.

Застосування ДЗЗ у контексті оцінювання антропогенного впливу на річки не містить прямого регламенту або детального опису. Однак воно передбачено під час використання різних методів і засобів для забезпечення ефективного моніторингу водних об'єктів, що може залучати сучасні технології, зокрема геоінформаційні системи (ГІС) і математичне моделювання. Так, наприклад, у роботі [4] вказано, що надзвичайно важливо заповнити академічну прогалину в методиці оцінювання антропогенного впливу на річки за допомогою методів ДЗЗ на різних етапах. Моніторинг динаміки гідрологічних властивостей річки й аналіз антропогенних факторів без застосування методів ДЗЗ є малоефективним і неточним. Отже, впровадження цих методів є надзвичайно актуальним. Проте кількісне уточнення антропогенного складника річок методами ДЗЗ в науковій літературі відсутнє. Саме тому надзвичайно важливим є підвищення ефективності оцінювання антропогенного впливу на річки способом імплементації до нього дистанційних показників з різних джерел, їх систематизації та алгоритмізації їх використання.

Література

1. Методика розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / за ред. А. В. Яцик та ін. Київ: УНДІВЕП, 2007. 71 с.
2. Ліхо О.А., Клименко О.М., Статник І.І. Антропогенний вплив на геосистеми (басейни річок): навч. посіб. Рівне: ФОП Червінко А. В., 2011. 202 с.
3. Про затвердження Методики оцінки стану поверхневих вод: Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 16 березня 2015 р. № 163. – Офіційний вісник України. – 2015. – № 33. – Ст. 1123.
4. Remote sensing approach in evaluating anthropogenic impacts on the spatiotemporal changes in net primary productivity of the Niger river basin, from 2000 to 2020 / O. Chukwuka at el. *Journal Name*. 2023. Vol. 9, issue 11. Article e21246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21246>

ЗАСТОСУНОК СИМУЛЯЦІЇ ЗГРАЄВОЇ ПОВЕДІНКИ ТВАРИН З ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ VOIDS

Models of simulation of flock behavior based on the Boids algorithm with additional rules have been developed and improved. The model can be used in the gaming industry, educational simulators, as well as in scientific research related to the modeling of collective behavior. An application for simulating a flock of animals has been developed, which allows you to configure simulation parameters in real time and observe the behavior of agents in a virtual environment.

Штучне життя (*Artificial Life, ALife*) – це напрям досліджень штучного інтелекту, зосереджений на вивченні життя, його процесів та поведінки за допомогою комп'ютерного моделювання. Ця галузь має на меті не лише створити моделі живих систем, але й виявити закономірності, що визначають їх поведінку та взаємодію. Основна ідея штучного життя полягає у відтворенні живих систем за допомогою комп'ютерних алгоритмів, завдяки чому дослідники отримують можливість краще зрозуміти складні механізми самоорганізації, адаптації та еволюції.

Алгоритми зграєвої поведінки широко використовуються в сучасному світі завдяки їх здатності імітувати природну поведінку груп агентів у динамічному середовищі.

Зграєва поведінка є основою для управління групами дронів чи інших безпілотних апаратів.

– *Координація дронів у рятувальних місіях.* Автономне управління групою дронів для пошуку людей у складних умовах.

– *Логістика.* Оптимізація руху групи дронів для доправлення вантажів у міських умовах.

– *Військові дії.* Управління роєм безпілотників для виконання бойових завдань або розвідки.

Симуляція зграєвої поведінки використовується також для моделювання та вивчення складних систем у природі.

– *Етологія.* Дослідження поведінки тварин, наприклад, косяків риб або зграї птахів.

– *Екологія.* Моделювання міграційних маршрутів або поведінки груп тварин у змінюваних умовах середовища.

Алгоритм *Boids* – це алгоритм, що розроблений Крейгом Рейнольдсом для моделювання колективної поведінки зграї та оснований на простих правилах взаємодії між агентами. Ключові принципи алгоритму передбачають відштовхування, тяжіння до центру зграї та вирівнювання напрямку руху із сусідами, що створює узгоджену групову динаміку. Спочатку алгоритм, розроблений для симуляції поведінки зграї, згодом зазнав численних модифікацій для кращого відтворення колективної поведінки в різних середовищах та для різних потреб. Модернізація алгоритму дала змогу розширити його застосування за межі простої симуляції тваринних зграй, адаптувала його до складніших умов, таких як автоматичне програмування багатоканальних інтернет-радіостанцій, моделювання соціальних систем або поведінка рою дронів у реальних проєктах.

Модифікації алгоритму Boids.

– *Додаткові правила для уникнення перешкод.* У більшості сучасних реалізацій алгоритму *Boids* додають правила, що дають змогу агентам уникати перешкод, зокрема стін, інших об'єктів чи зон небезпеки. Це важливо, коли алгоритм використовується до реального середовища, де необхідно маневрувати в складній місцевості або з-поміж перешкод.

– *Зміна параметрів швидкості та розміру агентів.* У стандартній моделі *Boids* усі агенти мають однакову швидкість і розмір, проте можливість модифікації параметрів агентів дає змогу відтворити більш різноманітну поведінку. Наприклад, у симуляціях великих зграй птахів або риб агенти можуть мати різну швидкість руху залежно від розміру або типу агента.

– *Адаптивні алгоритми.* Деякі сучасні моделі дають змогу агентам змінювати свої правила взаємодії залежно від ситуації. Наприклад, агенти можуть тимчасово змінювати пріоритет на відштовхування, якщо середовище стає більш насиченим, або на тяжіння, якщо зграя надто розпорошується. Це допомагає створити більш реалістичну та гнучку модель.

Модифікація алгоритму *Boids* зробила його універсальним інструментом для моделювання колективної поведінки в складних умовах. Завдяки додатковим правилам, адаптивності та можливості змінювати параметри агентів алгоритм застосовується в реальних проєктах, забезпечуючи високий рівень точності та гнучкості.

Розроблений застосунок симуляції зграєвої поведінки може працювати на будь-якій з найпоширеніших операційних систем, сумісних із рушієм *Unity*. Використовувалася версія *Unity 2021.3 LTS*, яка забезпечує стабільність у роботі з фізичними симуляціями та *Compute Shaders*. Для запуску симуляції

потрібен комп'ютер із графічним адаптером, що підтримує сучасні графічні API, такі як *DirectX* або *Vulkan*. Вибір конфігурації забезпечує стабільну роботу симуляції без втрати продуктивності.

На основному екрані застосунку симуляції відтворюються агенти (зграя) у середовищі з перешкодами. Панель управління дає змогу змінювати налаштування в реальному часі, що допомагає аналізувати вплив різних параметрів на поведінку зграї (рис. 1). Також передбачено можливість перегляду дебаг-інформації, такої як вектори руху, радіус взаємодії та інші дані.



Рис. 1. Панель управління роботою симуляції

Література

1. Алгоритм Boids. <https://www.red3d.com/cwr/boids/> (дата звернення 17.05.2025).
2. Моделювання поведінки агентів. <https://gameprogrammingpatterns.com/update-method.html> (дата звернення 18.05.2025).
3. Робота з агентами в 3D середовищі. <https://gamedevacademy.org/unity-ai/> (дата звернення 17.05.2025).

**МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИКИ
ПОСТАЧАННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ
В ЗОНУ ВОЄННОГО КОНФЛІКТУ**

The processes of transport and logistics operations for military cargo deliveries to combat zones have been studied to enhance decision-making effectiveness. A multi-agent simulation model of transport and logistics operations for military cargo deliveries has been developed. The developed model can be used to improve the efficiency of logistics operations in real combat conditions.

Проведення успішних військових операцій у сучасних умовах залежить від багатьох факторів, зокрема від наявності військової переваги над можливим противником. Використання військової техніки під час воєнного стану викликає необхідність аналізу потрібної кількості та номенклатури озброєння з огляду на склад його комплектування для забезпечення військового пріоритету в зоні конфлікту.

Створення переваги в озброєнні та військовій техніці є одним із важливих питань у підготовці до воєнної операції. Формування військової переваги – складне логістичне завдання [1], до якого мають бути залучені розробники, постачальники озброєння та військової техніки, а також важливим чинником є застосування логістики перевезень у різноманітному транспортному середовищі з можливими перевалками з однієї транспортної магістралі на іншу та тимчасовим складуванням військових вантажів.

Виникає складна логістика постачання малих партій озброєння та його комплектування від виробників та постачальників, які перебувають на значній відстані від зони бойових дій. Наразі в межах Сил безпілотних систем (СБС) ЗС України створюються ударні роти безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та інші підрозділи, що спеціалізуються на різних типах БПЛА, наземних роботизованих комплексах, а також морських надводних і підводних дронів для виконання широкого спектра завдань. Забезпечення СБС необхідними технічними засобами та боєприпасами є важливим питанням. Тому це дослідження спрямоване на моделювання процесів постачання озброєння та військової техніки в зону бойових дій, зважаючи на особливі умови, що виникають через воєнний стан в Україні. Це сприятиме підвищенню рівня

підготовленості ЗС України до виконання тактичних і оперативних завдань у зоні конфлікту.

Актуальність розв'язання окреслених питань зумовлена сучасною воєнною ситуацією в нашій країні, складністю організації ефективного матеріально-технічного забезпечення військових частин за умов протяжної лінії фронту й тривалих бойових дій, а також необхідністю уваги до збільшення постачань озброєння й техніки від партнерських країн з огляду на стандарти військової логістики НАТО для підвищення ефективності тилкових і оборонних заходів держави.

У процесі дослідження способів оптимізації логістики військових вантажів необхідно зважати на певні особливості [2]. Розглянемо їх.

1. Значна кількість виробників (постачальників), які можуть доправляти військові вантажі невеликими партіями та формують військовий резерв.

2. Під час постачання матеріальних засобів у зону збройного конфлікту в неоднорідному транспортному середовищі виникають довгі логістичні ланцюги, що потребує чимало часу для постачання та накопичення.

3. Довгі логістичні ланцюги постачання і накопичення збройних запасів уможливорює значну вразливість, що може спричинити військові загрози.

4. За умови воєнного стану чимало ризиків постачання виникають через військові загрози, які порушують обсяги накопичення запасів зброї для використання в зоні бойових дій у необхідний час.

Імітаційне моделювання надає потужні інструменти для виконання завдань дослідження військової логістики. Щоб змоделювати процеси забезпечення підрозділів ЗС України необхідним озброєнням для становлення військової переваги в умовах загроз, розроблено модель, яка дає змогу імітувати динаміку транспортування військових вантажів. Структура агентної імітаційної моделі зображена на рис. 1. Ланцюг містить кілька розподільчих центрів (агент *DistributorCenter*), а також декілька складів у містах країни (агент *LocalWarehouse*), які забезпечують потреби в доправленні військових вантажів. Кінцевими споживачами (агент *Consumer*) будуть військові підрозділи, розташовані поблизу лінії зіткнення.

Склади подають замовлення (агент *Order*) на доправлення необхідних вантажів, а розподільчі центри направляють вантажівки (агент *Truck*) для виконання цих запитів. Окрім цього, військові підрозділи формують власні запити (агент *OrderConsumer*), та інші транспортні засоби (агент *Vehicle*) доправляють військові вантажі. Для розроблення моделі обрано систему імітаційного моделювання *AnyLogic*. Використано вбудовані сервіси ПС

у системі *AnyLogic* на базі *OpenStreetMap*, тому, на відміну від багатьох досліджень, маємо маршрути на реальній дорожній інфраструктурі. Розташування розподільчих центрів, складів і споживачів зчитується з бази даних, що робить модель гнучкою для вивчення різних реальних сценаріїв.

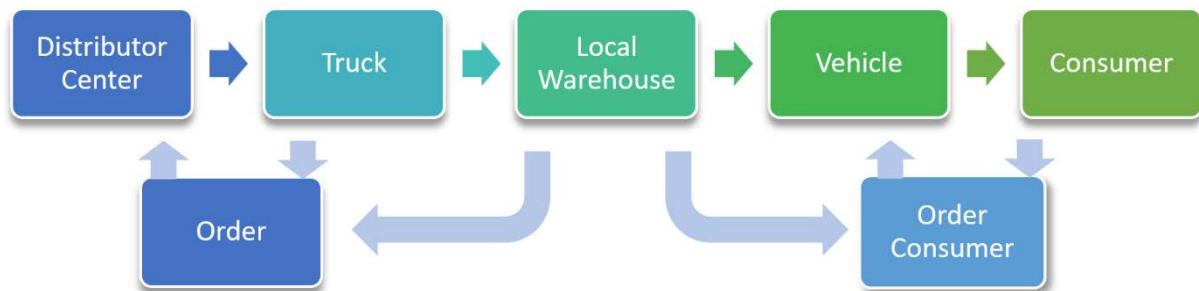


Рис. 1. Структура агентної імітаційної моделі аналізу логістики військових вантажів

Коли військовий підрозділ запитує у військового складу вантаж, який в наявності, то він відвантажує автотранспорт із замовленням. Так само військові склади формують свій портфель замовлень та відправляють запити в розподільчий центр, який починає їх обробляти та відправляє вантажівки для доправлення товарів. На карті (рис. 2) зображено вантажівки різних типів, вантажівка після розвантаження змінює зображення та має повернутися на своє базове місце – до розподільчого центру. Або в ланцюгу доправлення до споживачів – до свого регіонального складу.

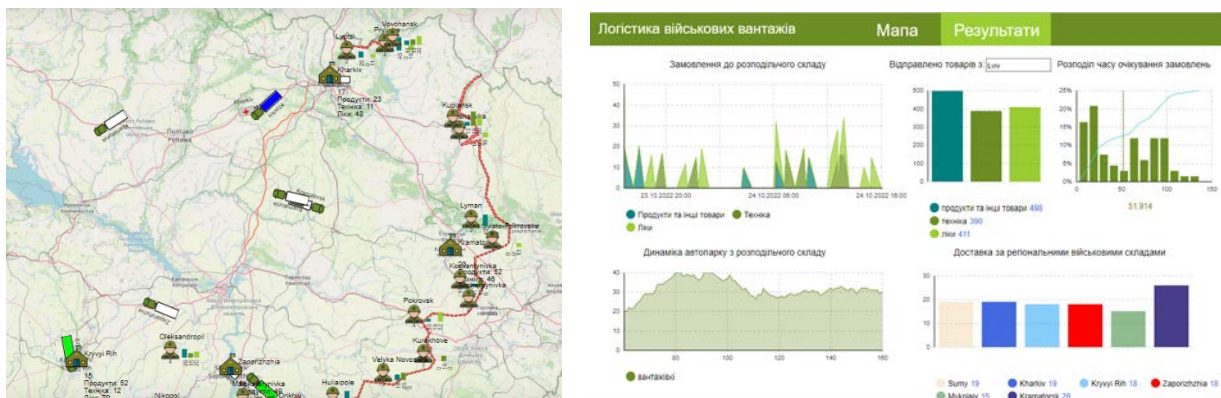


Рис. 2. Хід моделювання логістики військових вантажів в зону конфлікту (інформація, зображена на рисунку, є прикладом і не має жодного відношення до реальних даних)

Біля кожного військового складу зазначено, скільки вантажівок його відвідало та кількість товарів кожного типу, так само і для розподільчих центрів та споживачів. Після переходу до екрана «Результати» користувач отримує доступ до діаграм і гістограм: завантаженість автопарку, динаміка надходження замовлень, кількість відправлень у регіони, поточний стан

відправлень з розподільчих складів, гістограма, яка демонструє розподіл часу очікування та доправлення замовлень, порушення строків постачання військових вантажів у зону бойових дій тощо.

Для перевірки та верифікації розробленої імітаційної моделі було проведено різні експерименти. Сформовано декілька сценаріїв для встановлення оптимальних вимог до параметрів функціонування елементів системи. Ця потреба визначається запланованим обсягом і рівнем відповідності доправлення замовлень. Проаналізовано чутливість деяких змінних, а саме: інтенсивності надходження замовлень, відправлених обсягів і доступних вантажівок, – щоб побачити вплив на відповідність постачання вантажів. Ці результати дали змогу оцінити кількість вантажівок, необхідних для виконання замовлень.

Імітаційне моделювання сприяє визначенню сценаріїв, що скорочує час, унеможливорює порушення строків постачання військових вантажів, що є критично важливим в умовах активних бойових дій. Цей метод допомагає приймати обґрунтовані рішення для підвищення ефективності матеріально-технічного забезпечення військових підрозділів, підтримувати військовий паритет, що зі свого боку зменшує втрати особового складу й техніки. Крім того, імітаційне моделювання дає змогу знизити кількість порушень під час організації оборонних споруд і сприяє переходу до наступальних дій.

Розроблену модель можна впроваджувати для підвищення ефективності логістичних операцій у реальних умовах бойових дій. Запропонована модель дає змогу: оптимізувати ланцюги постачання; скоротити час доправлення вантажів; покращити управління ресурсами, зокрема транспортними засобами; приймати обґрунтовані рішення щодо матеріально-технічного забезпечення військових підрозділів.

Література

1. Гаврилюк, І. Ю. Концептуальні основи управління потоками в системі логістичного забезпечення Збройних Сил України [Text] / І.Ю. Гаврилюк, О.Й. Мацько, В.О. Дачковський // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2019. – Т. 34, № 1. – С. 37-44. DOI: 10.33099/2311-7249/2019-34-1-37-44.
2. Fedorovich, O., Uruskiy, O., Chepkov, I., Lukhanin, M., Pronchakov, Y., Rybka, K., Leshchenko, Y. Simulation of transport logistics of military cargo considering the losses occurring in the war zone due to delays in delivery [Text] // Radioelectronic and Computer Systems. – 2022. – vol. 2. – pp. 63-74. DOI: 10.32620/reks.2022.2.05.

ВИЯВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДДЯХ НА ОСНОВІ SAR-ДАНИХ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ

This work proposes a SAR-based methodology for detecting anomalies in agricultural areas, enabling reliable monitoring regardless of weather and illumination conditions. The approach includes pre-processing of backscatter data, extraction of spatial and temporal features, and integration of contextual information such as agricultural calendars. Pixel-based and object-oriented analyses are combined to reduce noise and account for within-field variability. Ensemble machine learning methods are integrated via a meta-classifier to improve robustness and classification accuracy.

Використання SAR-даних для моніторингу стану сільськогосподарських угідь є логічним продовженням попередніх досліджень у сфері застосування оптичних супутникових знімків для аналізу землекористування та виявлення пошкоджень, спричинених природними та антропогенними чинниками [1]. На відміну від оптичних сенсорів, супутники з радарами синтезованої апертури (SAR) дають змогу отримувати інформацію незалежно від атмосферних умов і часу доби, що забезпечує постійну та вчасну доступність показників. У підходах, основаних на оптичних даних, виявлення змін ґрунтується на закономірностях у часових рядах значень вегетаційних індексів, які мають однозначне фізичне тлумачення та відтворюють стан рослинного покриву. Натомість SAR-індекси визначають процеси, пов'язані із структурою рослинності, шорсткістю поверхні та вологістю, тому пряма залежність між оптичними та SAR-індексами відсутня або є слабо вираженою (кореляція не перевищує 50 %) [2]. Це унеможливорює пряме перенесення підходів, застосованих для оптичних даних, на SAR-дані й, відповідно, зумовлює необхідність розроблення власної методології класифікації, що ґрунтується винятково на SAR-спостереженнях.

Запропонована методологія виявлення аномалій на сільськогосподарських угіддях на основі SAR-даних ґрунтується на поетапному формуванні інформаційної бази, починаючи з відбору відповідних супутникових знімків та їх попереднього оброблення. На першому етапі цифрові значення

перетворюються у фізично інтерпретовану величину коефіцієнта зворотного розсіювання (σ°) із подальшим застосуванням адаптивної фільтрації, що дає змогу мінімізувати *speckle*-шум та зберегти просторову структуру меж полів і характерних патернів ушкоджень [3].

Наступним кроком є формування набору ознак, який описує просторові та часові закономірності змін на земельних ділянках. До просторових належать характеристики зворотного розсіювання для каналів VV та VH, а також їх відношення, що дає змогу виявляти зміни в структурі рослинного покриву та стані ґрунту. Додатково обчислюються текстурні показники за матрицею суміжності рівнів сірого (GLCM), зокрема контраст і однорідність, які відтворюють просторові неоднорідності на знімках. Часові закономірності моделюються за допомогою показників стабільності та когерентності між суміжними датами зйомки, що уможливлює відокремлення короточасних змін від стійких аномалій.

Важливою також є і контекстна інформація, що дає змогу відрізнити справжні ушкодження від сезонних або технологічних змін на полях. Так, до супутникових показників може бути додана інформація про періоди основних агротехнічних операцій (плани сівби та збору сільськогосподарських культур). Це допомагає відокремити очікувані зміни від аномальних процесів, пов'язаних із надзвичайними подіями.

Щоб підвищити точність виявлення аномалій, передбачається застосувати аналіз із використанням як піксельного, так і об'єктно-орієнтованого підходів. Спочатку здійснюється сегментація полів і формування однорідних ділянок усередині кожного поля, після чого ознаки аналізуються в межах кожного сегмента, що дає змогу зважати на внутрішню неоднорідність і знизити вплив шумів. Додатково може бути застосована нормалізація показників щодо сусідніх полів. Це сприятиме усуненню впливу локальної мінливості ґрунтових умов і підвищенню якості класифікації.

На етапі класифікації пропонується застосувати ансамблеві методи машинного навчання, зокрема *Random Forest*, *Gradient Boosting* та SVM, які навчаються на різних комбінаціях ознак. Їх результати інтегруються в єдину систему внаслідок використання метакласифікатора, що забезпечує узгоджене прийняття рішень і підвищує стійкість до нерівномірного розподілу інформації.

Надалі планується розвиток дослідження у напрямі комплексування результатів, отриманих на основі SAR-даних, із класифікаціями, виконаними за оптичними супутниковими знімками. Використання обох типів даних допоможе об'єднати їх переваги: високу часову регулярність SAR-спостережень

та високу точність оцінок, зроблених за оптичними показниками [4]. Розроблення гібридної системи прийняття рішень на основі мультисенсорних спостережень сприятиме підвищенню точності та надійності виявлення пошкоджених земельних ділянок, особливо в умовах обмеженої доступності оптичних показників.

У довгостроковій перспективі запропонована методологія може стати складником систем моніторингу земель сільськогосподарського призначення, які використовуються для підтримки прийняття рішень органами державної влади, страховими компаніями й аграрними підприємствами. Результати автоматичного аналізу SAR-даних можуть бути використані для оцінювання масштабу пошкоджень, планування заходів з ліквідації наслідків та оптимізації використання земельних ресурсів. Окрему увагу заплановано приділити дослідженню можливостей підвищення точності за допомогою повнополяриметричних SAR-спостережень, а також упровадженню глибоких нейронних мереж для автоматичного вилучення найбільш інформативних ознак. Це дасть змогу сформувати гнучку та стійку до різноманітних умов систему виявлення аномалій, що може бути адаптована до різних типів культур і природних зон.

Література

1. War Damage Detection Based on Satellite Data / Andrii Shelestov, Sophia Drozd, Polina Mikava, Illia Barabash, Hanna Yailymova // In Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT , (ICAIIIT). – 2023. – Pp. 97–103. – Bibliogr.: 16 ref. DOI: <https://doi.org/10.25673/101924>
2. Roßberg T., Schmitt M. Comparing the relationship between NDVI and SAR backscatter across different frequency bands in agricultural areas. *Remote Sensing of Environment*. 2025. Т. 319. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2025.114612>
3. Shakya A., Biswas M., Pal M. Fusion and Classification of SAR and Optical Data Using Multi-Image Color Components with Differential Gradients. *Remote Sensing*. 2023. Т. 15. URL: <https://doi.org/10.3390/rs15010274>
4. Світенко Г.М., Романенков Ю.О. Комплексування даних дистанційного зондування для автоматизованого моніторингу стану земельних ресурсів з використанням методів штучного інтелекту. / Міжнародна науково-практична конференція «СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ MIT@AIS-2025», 19 трав. 2025.

РЕГРЕСІЙНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ФІЗИЧНОГО ОБСЯГУ СПРИНТА ІТ-ПРОЄКТУ

This paper proposes a regression-based approach to estimating the physical volume of tasks within a sprint of a banking IT project. The model uses expert-defined task characteristics such as the number of screen forms, API endpoints, and unit tests, and adjusts them using historical data. The approach improves accuracy and supports decision-making in scope and resource planning.

Оцінювання фізичного обсягу спринта ІТ-проєкту є критично важливим аспектом для ефективної реалізації ІТ-проєктів, оскільки напряму впливає на розподіл ресурсів, строків і загальний результат. Точне оцінювання обсягу спринта залишається актуальною проблемою в управлінні ІТ-проєктами банківських установ, оскільки традиційні методики, як правило, не зважають на притаманну таким проєктам невизначеність і високий рівень складності.

Точне оцінювання фізичного обсягу спринта є критичним чинником для успішної реалізації ІТ-проєкту. Зіставлення отриманих оцінок із реальними можливостями команди забезпечує підґрунтя для ухвалення зважених управлінських рішень.

У дослідженні [1] подано регресійну модель та запропоновано ключові фактори, що впливають на реалізацію проєкту, а саме: структура розподілу робіт (WBS), тип завдання, рівень продуктивності, орієнтовна вартість, фактична вартість, тривалість, наявність залежних завдань, зміни обсягу.

Автори роботи [2] ґрунтовно дослідили ключові фактори, які визначають ефективне управління ІТ-проєктами. Крім того, вони проаналізували зв'язки між чотирма управлінськими вимірами, гнучкими методиками та управлінням змінами, організацією роботи та персоналом, взаємодією із зацікавленими сторонами та аналізом ризиків, а також характеристиками робочого середовища. У дослідженні продемонстровано, що важливість окремих чинників може змінюватися залежно від пріоритетів управління, зокрема термінів, бюджету, якості чи рівня взаємодії із замовником. У контексті банківських ІТ-проєктів, що визначаються підвищеною складністю, регуляторними обмеженнями та необхідністю швидкої адаптації, виявлені в дослідженні фактори потребують подальшого вивчення з огляду на особливість фінансового сектора.

У роботі [3] запропоновано використання регресійної моделі за методологією *Hackmap* для оцінювання факторів, що впливають на команду IT-проєкту. Оцінку коефіцієнтів у моделі автор пропонує отримувати від експертів.

У контексті дослідження підходів до управління змістом IT-проєктів у банківських установах заслуговує на увагу праця [4], у якій подано ґрунтовний аналіз упровадження управління проєктами в діяльність центральних банків. Особливістю дослідження є орієнтація на застосування міжнародного стандарту ISO 21502:2020, що розглядається як основа для формування інтегрованого підходу до управління проєктами в установах фінансового сектора.

У роботі [4] запропоновано інтегровану модель проєктного управління, яка охоплює повний життєвий цикл проєкту: від прийняття рішення про ініціювання до завершення, оцінювання результативності та аналізу результатів, досягнутих у процесі реалізації. Автори також наголошують на необхідності узгодження проєктів із загальною стратегією банку, що є актуальним у контексті оцінювання змісту та цілей IT-проєктів у фінансовій сфері.

Хоча праця [4] не містить розроблених регресійних моделей, викладені в ній положення щодо структури, процесів і факторів проєктного управління можуть слугувати методологічною основою для подальших кількісних досліджень. Зокрема це стосується розроблення регресійних моделей оцінювання впливу організаційних, ресурсних і зовнішніх факторів на ефективність реалізації IT-проєктів у банківських установах.

Крім того, автори запропонували новий підхід до покращення оцінювання обсягу спринта IT-проєкту, ґрунтуючись на фізичному обсязі завдань, за допомогою інтеграції аналізу параметрів методом лінійної регресії. Цей підхід логічно продовжує та розвиває ідеї, викладені в поданій раніше концептуальній моделі інтегрованого управління змістом IT-проєктів банку [5]. Поєднання концептуальних основ з кількісними методами дає змогу підвищити ефективність управлінських рішень у сфері банківських IT-проєктів.

Складність точного оцінювання фізичного обсягу спринта IT-проєкту зумовлена певними факторами. IT-проєкти в банківських установах визначаються високим рівнем складності, викликаним взаємозалежністю численних компонентів і змінних, що суттєво впливають на кінцеві результати реалізації проєкту. Традиційні методи оцінювання ґрунтовані на методі експертних суджень, які можуть бути суб'єктивними й неточними.

Розроблено метод, що комбінує експертне оцінювання з методом лінійної регресії. Запропоноване рішення використовує лінійну регресію для уточнення

початкових коефіцієнтів з огляду на оцінювання невизначеності. Результати моделі передбачають як точкові оцінки, так і довірчі інтервали, що підвищує достовірність прогнозування та ефективність управління змістом проєкту.

Традиційні методи, такі як експертне оцінювання, оцінювання за аналогією, метод функціональних точок найчастіше впроваджено в ІТ-проєктах. Однак перелічені методи значною мірою залежать від суб'єктивних оцінок і можуть не зважати на повний спектр притаманних невизначеностей.

Для оцінювання фізичного обсягу спринта ІТ-проєкта автор запропонував зважати на перелік вимог, отриманих від замовника, і за кожною вимогою визначити набір характеристик.

Для обчислення фізичного обсягу спринта взято до уваги такі характеристики, які додано в регресійну модель вигляду

$$E = \beta_1 X_{front} + \beta_2 X_{api} + \beta_3 X_{test} + \varepsilon,$$

де E – оцінка фізичного обсягу спринта ІТ-проєкту, що визначає сумарний обсяг робіт, який команда виконує протягом одного спринта (за методологією *Hackman*);

X_{front} – кількість екранних форм;

X_{api} – кількість API-ендпоінтів;

X_{test} – кількість *unit*-тестів;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – коефіцієнти регресії, що відтворюють середній приріст фізичного обсягу робіт у процесі додавання одного відповідного елемента (екранної форми, API-ендпоінта чи *unit*-тесту) за інших незмінних умов; (розрахувати значення цих коефіцієнтів заплановано в подальших дослідженнях);

ε – похибка моделі, що відтворює сумарний вплив факторів, не взятих до уваги в рівнянні.

Для валідації моделі доцільно розраховувати довірчі інтервали з використанням прогностичної оцінки моделі (R^2).

Отримана оцінка фізичного обсягу за спринт проєкту дає змогу кількісно оцінити навантаження на команду, розрахувати необхідні ресурси та виявити потенційні відхилення від планових показників.

Для отримання більш точної оцінки фізичного обсягу спринта автор запропонував поєднати експертні оцінки й оцінки для коефіцієнтів, отриманих за допомогою методу математичного моделювання.

Подана модель має відповісти на кілька проблемних питань.

1. Який обсяг завдань може реалізувати команда за спринт?

2. Які характеристики мають найбільший вплив на загальний обсяг спринта?

3. Чи є значне відхилення з перевищенням планових показників, що вказує на слабкі місця в реалізації?

4. Чи значна кореляція між експертними оцінками з результатами математичного моделювання?

Перелічені питання окреслюють напрями подальших досліджень.

Література

1. Soheila Sadeghi. Predicting the Impact of Scope Changes on Project Cost and Schedule Using Machine Learning Techniques. 2024. DOI: 10.48550/arXiv.2412.02041
2. Michalski R., Zaleski S. Success Factors in Management of IT Service Projects: Regression, Confirmatory Factor Analysis, and Structural Equation Models. Information, 2024. URL: <https://doi.org/10.3390/info15020105>
3. Борисов О.В., Данченко О.Б., Мисник Б.В. Регресійна модель ефективного управління мультикультурною командою ІТ-проєкту. Тези VII Міжнародної наук. практ. конф. Одеса, 2022. С. 62–66.
4. Vučinić Milena, Luburić Radoica. Project management in central banks, Journal of Central Banking Theory and Practice. Warsaw, 2023. Vol. 12, Iss. 2, pp. 5–31.
5. Серік О. А. Гайдаєнко О. В. Концептуальна модель інтегрованого управління змістом ІТ-проєктів банку. «Project, Program, Portfolio Management. РЗМ-2024»: матеріали тез доп. IX Міжнародна науково-практична конференція (м. Одеса, 6 – 7 грудня 2024 р. Одеса: Національний університет «Одеська політехніка», 2024. С. 136 – 139.

Скакун П.П.¹, Данченко О.Б.¹, Коваленко А.С.²

¹Черкаський державний технологічний університет

²Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ В ІТ-ПРОЄКТАХ

The current stage of global economic development is characterized by profound processes of digital transformation that permeate all areas of enterprise activity. In the context of global business process digitalization, a company's competitiveness is largely determined by the level of development of its human capital and the effectiveness of its knowledge management practices. The ability to rapidly adapt to change, integrate new technologies, and establish dynamic knowledge bases has become a decisive factor for success.

Сучасному етапу розвитку світової економіки властиві глибокі процеси цифрової трансформації, що охоплюють усі сфери діяльності підприємств. В умовах глобальної диджиталізації бізнес-процесів конкурентоспроможність компанії значною мірою визначається рівнем розвитку її людського капіталу та ефективністю управління знаннями персоналу. Саме здатність швидко адаптуватися до змін, інтегрувати нові технології та формувати динамічні бази знань стають вирішальними чинниками успіху.

На думку авторів [1–2], значна частка знань (близько 70–80%) в організаціях залишається неявною (*tacit knowledge*), а традиційні бази знань швидко втрачають свою актуальність без постійного оновлення. Це означає, що велика частина критично важливих знань існує у формі досвіду співробітників і не піддається формалізації без використання комплексних підходів до управління знаннями.

Аналіз актуальних досліджень [3–6] свідчить, що сучасна база знань є стратегічним активом і ключовим чинником підвищення ефективності управління проєктами й конкурентоспроможності організацій.

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні та практичному розробленні концептуальної моделі хмарної бази знань, призначеної для підтримки управління знаннями в проєктах компанії, з огляду на вимоги динамічного розвитку ІТ-середовища.

Для розв'язання цього завдання розроблено авторську концептуальну модель хмарної бази знань, яка дає змогу створити «живу» базу знань, де інформація постійно оновлюється та інтегрується в процеси проєктної діяльності (рис. 1).

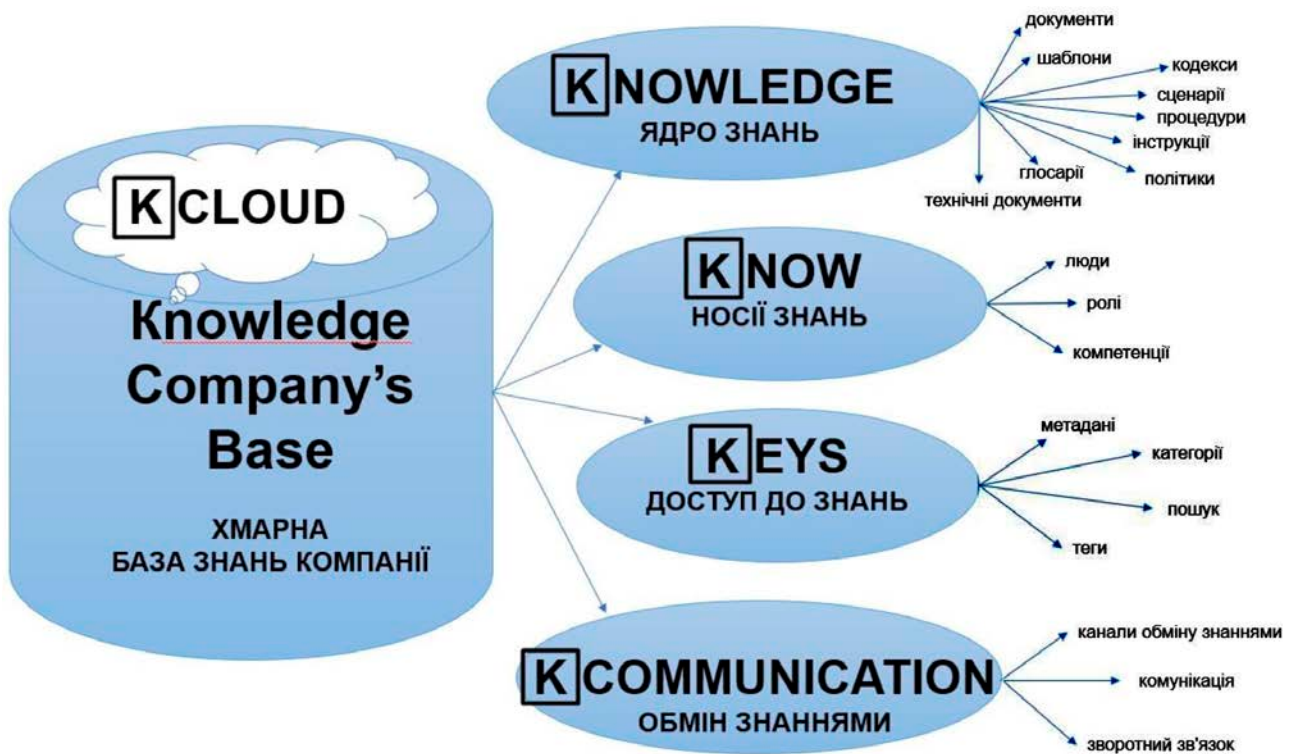


Рис. 1. Концептуальна модель хмарної бази знань компанії

Модель хмарної бази знань компанії містить п'ять взаємопов'язаних компонентів: *Knowledge*, *Know*, *Keys*, *Communication* та *Cloud Knowledge Company's Base* – написання або вимова яких англійською мовою починається на літеру K або звук [K]. Як наслідок, модель слугує фундаментом для динамічного, адаптивного, персоналізованого середовища управління знаннями, де кожен компонент виконує окрему функцію у створенні, підтримці та використанні бази знань компанії та забезпечує комплексний підхід до управління знаннями в компанії.

(1) Компонент **Knowledge** – це «ядро» формалізованих знань, що створює зміст. Він охоплює такі знання, як технічна документація, шаблони, кодекси, регламенти, сценарії, процедури, інструкції, політики, глосарії, процеси, коди, архівні матеріали тощо. У процесі управління знаннями *Knowledge* виконує роль центрального сховища, інформації, яка підлягає повторному використанню, формує стратегічне підґрунтя знань, є джерелом ретроспектив (*Retrospectives*) і вивчених уроків (*Lessons Learned*).

Прикладом можуть бути технічні специфікації API, шаблони звітів, стандарти кодування, чек-листи тестування, глосарій термінів проєкту, а також архівні матеріали попередніх проєктів та формування *Lessons Learned* для майбутніх проєктів.

(2) Компонент **Know** – це «носії» знань і компетенцій (люди, ролі). Він відтворює людський фактор управління знаннями, що часто залишаються неформалізованими та зберігаються у вигляді практичного досвіду. Це те, що реально знають люди в проєкті, їх персональні знання, практичний досвід, професійні компетенції та експертні навички.

Прикладом може бути карта компетенцій команди, де вказано профілі фахівців (PM, DevOps, QA, UI/UX), їхній досвід, проєкти, в яких вони брали участь, і ключові навички (наприклад, експертиза в мікросервісній архітектурі чи безпеці хмарних рішень). Така карта дає змогу швидко знайти потрібного експерта для консультації чи розв'язання критичної проблеми.

(3) Компонент **Keys** – це «ключі» доступу до знань та інструменти «навігації» (маршрути) по базі знань. Він містить метадані, категоризацію, класифікацію, фільтри, систему тегів, алгоритми пошуку та правила управління правами доступу до бази знань для різних учасників проєкту. У процесі управління знаннями *Keys* полегшує пошук необхідної інформації, підтримує гнучку фільтрацію, сортування, персоналізацію результатів пошуку та забезпечує безпечне зберігання конфіденційних матеріалів.

Прикладом може бути система тегування та категоризації в хмарній базі знань: документи маркуються тегами *#architecture*, *#testing*, *#release*, а доступ до них налаштовується відповідно до ролей користувачів (наприклад, розробники бачать технічні специфікації, а менеджери – бізнес-аналітику). Це забезпечує швидкий пошук та персоналізований доступ до інформації.

(4) Компонент **Communication** – це обмін знаннями (канали обміну знаннями, комунікація, зворотний зв'язок). Він охоплює процеси обміну знаннями між учасниками проєкту, зокрема зустрічі, чати, форуми, щоденні зустрічі, листування, обговорення. Цей компонент забезпечує постійний обмін знаннями, допомагає отримувати комунікаційний зворотний зв'язок через коментарі та обговорення, оперативно виявляти прогалини та заповнювати їх, установлювати застарілі знання, тим самим керувати оновленням і релевантністю знань у реальному часі та забезпечувати природну еволюцію контенту бази знань.

Прикладом може бути інтегрована з базою знань корпоративна платформа комунікацій, де обговорюються зміни в проєкті: *Slack*-канали для командних обговорень, відеоконференції для ретроспектив, коментарі до документів у *Confluence* чи *Microsoft Teams*, що дають змогу оперативно уточнювати деталі та підтримувати актуальність знань.

(5) Компонент *Cloud Knowledge Company's Base* – центральна інфраструктурна основа моделі, що забезпечує інтеграцію та функціонування інших чотирьох компонентів *Knowledge, Know, Keys, Communication* у єдиному хмарному середовищі. Зокрема *Knowledge* формує зміст знань, *Know* забезпечує людиноорієнтований фактор і джерело експертизи, *Keys* відповідає за інтелектуальну навігацію та контроль доступу, а *Communication* створює комунікаційний простір для динамічного обміну знаннями. Усі ці компоненти інтегруються із *Cloud Knowledge Company's Base*, що є фундаментом і середовищем їх взаємодії, забезпечуючи цілісність і безперервність процесів управління знаннями в компанії. Отже, *Cloud Knowledge Company's Base* забезпечує централізоване зберігання знань, їх масштабованість, доступність у реальному часі та реалізує функції безпеки, контролю доступу, автоматизації процесів і підтримки AI-механізмів для класифікації та пошуку знань.

Прикладом може бути корпоративний хмарний портал, що об'єднує всі знаннєві ресурси компанії – від технічної документації до карт компетенцій та комунікаційних каналів. Він інтегрований з іншими корпоративними системами (*Jira, GitLab, SharePoint*), підтримує пошук на основі AI та забезпечує безпеку завдяки багаторівневій аутентифікації та шифруванню даних.

Отже, концептуальна модель хмарної бази знань компанії (*Knowledge – Know – Keys – Communication – Cloud Knowledge Company's Base*) є практично орієнтованою концепцією управління знаннями, що забезпечить створення структурованої, контекстуальної та динамічної бази знань компанії, здатної інтегрувати як явні, так і неявні знання в єдине хмарне середовище та підтримувати життєвий цикл IT-проектів у режимі реального часу.

Література

1. Dalkir K. Knowledge Management in Theory and Practice. – 3rd ed. – Cambridge, MA: MIT Press, 2017. – 472 p.
2. Nonaka I., Takeuchi H. The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. – New York: Oxford University Press, 1995. – 284 p.
3. Fahmideh M., Yan J., Shen J., Ahmad A., Mougouei D., Shrestha A. Knowledge Management for Cloud Computing Field [Електронний ресурс] // arXiv. – 2022. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2202.07875>

4. Koivisto K., Taipalus T. Pitfalls in Effective Knowledge Management: Insights from an International IT Organization // Int. J. Knowledge Management Studies. – 2025. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/html/2304.07737v3/>
5. Brüggem, S., and A. Holland. «Knowledge-Based Management of IT Projects With Methods of Artificial Intelligence to Increase Efficiency». *SCIENTIA MORALITAS – International Journal of Multidisciplinary Research*, vol. 7, no. 1, July 2022, pp. 1–17, <https://www.scientiamoralitas.com/index.php/sm/article/view/112>
6. Скакун П. П., Мисник Л. Д. Хмарні технології управління знаннями в ІТ-проектах // Управління розвитком складних систем. – 2025. – № 61. – С. 121–127. – DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.61.121-127>

СУЧАСНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ САМОДІАГНОСТИКИ КОНВЕЄРНИХ ЛІНІЙ

The paper presents an overview of modern intelligent self-diagnostic systems for conveyor lines based on adaptive hybrid models. These systems integrate sensor networks, machine learning, deep learning, and digital twin technologies to predict failures and adapt to uncertain conditions. The analysis emphasizes combining causal models with data-driven methods to improve accuracy, interpretability, and reliability.

Конвеєрні лінії є невід’ємною частиною сучасних виробничих процесів у промисловості – від гірничодобувної сфери до автоматизованих заводських цехів. Вихід з ладу конвеєра або його вузлів може спричинити значні простої, фінансові втрати та небезпеку для персоналу. Традиційні підходи до технічного обслуговування (наприклад, реагування після поломки чи планові зупинки для огляду) часто виявляються неефективними: вони або не попереджають раптових відмов, або ж призводять до зайвих витрат через надмірний сервіс. Ускладнення і масштаб сучасних конвеєрних систем зумовлюють потребу в упровадженні інтелектуальних засобів моніторингу, здатних автономно відстежувати власний стан і діагностувати несправності. Актуальним завданням Індустрії 4.0 є створення самодіагностичних систем для конвеєрних ліній, що дають змогу виявляти аномалії, прогнозувати відмови та навіть ініціювати коригувальні дії без участі людини [1]. Така «самовідновлювана» система мінімізує непродуктивний простій і підвищує як безпеку, так і ефективність виробництва.

Сучасні системи самодіагностики конвеєрів зазвичай поєднують мережу датчиків із потужними алгоритмами аналізу інформації. Різноманітні сенсори (вібраційні, акустичні, температурні, оптичні тощо), встановлені вздовж траси конвеєра, безперервно збирають відомості про стан обладнання [2]. Завдяки технологіям Інтернету речей (ІоТ) ці показники в реальному часі передаються на централізовані платформи моніторингу, де обробляються інтелектуальними програмами. Алгоритми машинного навчання аналізують потоки сенсорних сигналів, щоб виявити ознаки несправностей ще до того, як вони призведуть до відмови. Наприклад, у сучасних інтелектуальних

системах прогнозного обслуговування конвеєра, побудованих на основі моделі *Random Forest*, досягла 100% точності в розпізнаванні певних проблем вузлів (зокрема рівня змащення редуктора та стану зубчастих передач), що демонструє здатність ШІ запобігати непередбаченим простоям [3]. Інші рішення, в яких задіяні алгоритми колективного навчання (наприклад, градієнтний бустинг *LightGBM*) у поєднанні з IoT-платформою вже продемонстрували свою ефективність на практиці.

Для підвищення надійності сучасні підходи комбінують декілька методів діагностики, що доповнюють один одного. Класичними є аналіз вібрацій та шумів: за допомогою виділення характерних ознак із сигналів датчиків та класифікації їх методами на кшталт дерева рішень, SVM або k -найближчих сусідів можна виявляти несправності підшипників роликів чи інші відхилення в роботі стрічки. Проте на практиці такі методи можуть стикатися із сильними завадами від навколишнього обладнання та потребують значних ресурсів на встановлення великої кількості сенсорів.

Прогрес у галузі глибокого навчання суттєво підвищив ефективність діагностики. Зокрема згорткові нейронні мережі, а останнім часом і трансформерні моделі, активно застосовуються для автоматизованого розпізнавання несправностей. Так, запропоновано метод діагностики стану роликів-конвеєроносіїв на основі механізму динамічної самоуваги (*Transformer*), який аналізує акустичний сигнал конвеєра. Навіть слабкі ознаки дефекту вдається виділити на тлі гучного промислового шуму, що дало змогу досягти близько 94–95% точності в розпізнаванні пошкоджень підшипників та оболонки роликів за мінімальної затримки обчислень. Аналогічно удосконалені глибокі *CNN*, що використовують часово-частотні властивості звуку (наприклад, вейвлет-перетворення або MFCC-коефіцієнти), демонструють високі показники виявлення конвеєрних аномалій та оцінки ступеня їх тяжкості. Крім того, з'являються гібридні методи, що поєднують показники кількох типів сенсорів: скажімо, одночасний аналіз звукових і відеосигналів для діагностики поздовжніх розривів стрічки дав змогу підвищити точність виявлення порівняно з підходами, що опиралися лише на один тип сигналу.

Візуальний контроль на основі комп'ютерного зору – ще один важливий тренд останніх років. Високошвидкісні камери в парі з нейромережевими алгоритмами детекції об'єктів дають змогу автоматично розпізнавати видимі аномалії на стрічці конвеєра в режимі реального часу. Показово, що покращені моделі типу *YOLO (You Only Look Once)* успішно застосовано для виявлення дефектних роликів чи сторонніх предметів на конвеєрі. Використовуючи

інфрачервону зйомку для виявлення перегрітих або зношених вузлів і впроваджуючи механізми уваги в архітектуру мережі, вдалося досягти понад 95% середньої точності встановлення дефектів (*mAP*) за умови швидкості близько 285 кадрів за секунду, що відповідає жорстким вимогам реального часу. Такі візуальні системи здатні безконтактно моніторити стан обладнання та оперативно знаходити, наприклад, поздовжні розриви стрічки або її зміщення з траси – ці рішення перевершують ручний огляд за швидкістю та стабільністю результатів [4].

Паралельно набуває розвитку концепція гібридного моделювання, яка інтегрує фізичні моделі деградації обладнання з інформацією датчиків і алгоритмами ШІ. Зокрема технологія «цифрового двійника» передбачає створення віртуальної моделі конвеєрної лінії, що відтворює її роботу та допомагає прогнозувати розвиток несправностей і випробовувати сценарії їх усунення в цифровому середовищі [5]. Поєднання модельного (причинно-фізичного) підходу з навчальними алгоритмами робить діагностику більш стійкою до зміни умов експлуатації і, власне, адаптивною. Адаптивність є ключовою ознакою новітніх систем: розробляються алгоритми, здатні підлаштовуватися під нові режими роботи чи поступове зношування обладнання (через самонавчання на поточній інформації, трансферне навчання, доменну адаптацію тощо), аби підтримувати високу точність діагностики впродовж усього життєвого циклу конвеєра.

Останнім часом розвиток інтелектуальних систем у цій галузі демонструє чітку тенденцію до впровадження інтелектуальної, адаптивної самодіагностики на конвеєрних лініях. Завдяки поєднанню IoT-датчиків, алгоритмів ШІ та гібридного моделювання сучасні конвеєри вже спроможні самостійно моніторити власний «пульс», виявляти виникнення несправностей і навіть автономно вживати заходів для їх усунення чи пом'якшення наслідків. Це дає змогу різко скоротити непланові простої, оптимізувати графіки технічного обслуговування, продовжити ресурс ключових вузлів і підвищити безпеку праці. Водночас залишаються виклики, зокрема забезпечення стабільної роботи діагностики за різноманітних умов, кібербезпека та інтеграція таких систем у наявну інфраструктуру. Тривають дослідження, присвячені підвищенню завадостійкості алгоритмів, зменшенню обчислювальних витрат і покращенню здатності моделей узагальнювати знання для різних середовищ. Отже, адаптивні гібридні моделі самодіагностики конвеєрних ліній стають невід'ємним елементом новітнього «розумного» виробництва, трансформуючи конвеєр із простої транспортної стрічки на кіберфізичну

систему, що здатна думати та самовідновлюватися для досягнення максимальної готовності виробництва.

Література

1. Wu, M., Goh, K.W., Chaw, K.H., Koh, Y.S., Dares, M., Yeong, C.F., Su, E.L.M., Holderbaum, W. and Zhang, Y. (2024) «An intelligent predictive maintenance system based on random forest for addressing industrial conveyor belt challenges», *Frontiers in Mechanical Engineering*, 10, 1383202. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmech.2024.1383202> (Open Access).
2. Wang, M., Shen, K., Tai, C., Zhang, Q., Yang, Z. and Guo, C. (2023) «Research on fault diagnosis system for belt conveyor based on internet of things and the LightGBM model», *PLOS ONE*, 18(3), e0277352. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277352> (Open Access).
3. Bzinkowski, D., Rucki, M., Chalko, L., Kilikevicius, A., Matijosius, J., Cepova, L. and Ryba, T. (2024) «Application of Machine Learning Algorithms in Real-Time Monitoring of Conveyor Belt Damage», *Applied Sciences*, 14(22), 10464. Available at: <https://doi.org/10.3390/app142210464> (Open Access).
4. Liu, Y., Miao, C., Li, X., Ji, J., Meng, D. and Wang, Y. (2023) «A Dynamic Self-Attention-Based Fault Diagnosis Method for Belt Conveyor Idlers», *Machines*, 11(2), 216. Available at: <https://doi.org/10.3390/machines11020216> (Open Access).
5. Pulcini, V. and Modoni, G. (2024) «Machine learning-based digital twin of a conveyor belt for predictive maintenance», *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 133, 6095–6110. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00170-024-14097-3> (Open Access).

ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТАМИ В ГАЛУЗІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

A hybrid approach to managing IT projects in telecommunications was proposed. The specifics of IT projects in telecommunications, and project management methodologies were analysed. The proposed approach combines the structure and predictability of traditional methodologies with the flexibility and adaptability of agile practices. It allows to better meet the specific needs of an IT project in telecommunications, while providing a structured framework for project management.

ІТ-проєкти в телекомунікаційній галузі мають особливі властивості та виклики, зокрема складність і масштабність, високі вимоги до ресурсів, тривалі терміни виконання, необхідність дотримання нормативних вимог, а також вірогідність зміни вимог під час реалізації проєкту, та потребують співпраці між кількома командами. Єдина методологія управління проєктами зазвичай не відповідає переліченим потребам.

Метою доповіді є аналіз особливостей ІТ-проєктів у телекомунікаціях і підходів до вибору методологій управління такими проєктами для досягнення кращих результатів в ІТ-проєктах. Обґрунтовано вибір і розкрито вміст гібридного методу, що поєднує лінійні та гнучкі методології управління проєктами.

Нині існують два основних класи методологій управління проєктами – лінійні та гнучкі [1–3]. Традиційні лінійні підходи (моделі *waterfall*, *V-shape*, *spiral* тощо) передбачають чітке планування всіх етапів проєкту на його початку, послідовне їх виконання та контроль за реалізацією плану. Гнучкі підходи (*agile*, зокрема методології *Scrum*, *Kanban*) полягають в ітеративному виконанні робіт, адаптації до змін, активній участі замовника, у регулярних переглядах плану та вмісту проєкту [3]. Також існують гібридні моделі, що поєднують ці два підходи.

Розглянемо більш докладно особливості ІТ-проєктів у галузі телекомунікацій, які впливають на вибір методології управління такими проєктами.

1. Складність і масштабність. ІТ-проєкти зазвичай передбачають залучення багатьох зацікавлених сторін, а системи, які розробляються, мають

великий обсяг та складні процеси. Це потребує декомпозиції як самої системи, так і обсягу проєкту (*project scope*), планів його виконання та постачання.

2. Ресурсоємність. Масштабні ІТ-проєкти вимагають значних інвестицій у вигляді фінансових ресурсів, часу та людського капіталу. Вони часто передбачають залучення декількох команд фахівців із різними навичками, з декількох організацій та/або структурних підрозділів. У великих компаніях, якими зазвичай є оператори телекомунікацій, існують певні процеси планування ресурсів, зокрема бюджетування, коли ресурси плануються заздалегідь мінімум на термін від півроку до року. Зокрема існують формалізовані процеси ініціації та узгодження проєктів (*project initiation and project approval processes*), у межах яких фіксується обсяг і бюджет проєкту й основні очікувані результати. Це унеможливорює застосування гнучких методологій управління такими проєктами в чистому вигляді.

3. Масштабні ІТ-проєкти зазвичай мають тривалі терміни, що охоплюють кілька місяців або навіть років. Це ускладнює підтримку залученості зацікавлених сторін упродовж усього проєкту та забезпечення відповідності цілей проєкту бізнес-цілям, а також існують ризики того, що рішення, прийняті на ранніх етапах проєкту, втратять свою актуальність до його завершення.

4. Вимоги, що змінюються. Вимоги до ІТ-систем і процесів телекомунікацій можуть змінюватися, оскільки потреби бізнесу та ринку змінюються з часом. Відповідно, у процесі виконання довгострокового ІТ-проєкту можлива зміна вимог. Проєкти в галузі телекомунікацій належать до класів середньо- або високотехнологічних (*medium-tech* та *high-tech*) [4], що вимагає гнучкості як у плануванні проєкту, так і в процесі розроблення дизайну ІТ-системи. Усе перелічене вимагає гнучкого й адаптивного підходу до управління такими проєктами, щоб забезпечити відповідність проєкту змінам у потребах бізнесу й технологіях.

Отже, можна наголосити, що ІТ-проєкти в галузі телекомунікацій висувують достатньо жорсткі та суперечливі вимоги до процесів управління такими проєктами. Щоб задовольнити ці вимоги, запропоновано гібридний підхід, що поєднує лінійні та гнучкі методології управління проєктами.

Відповідно до фреймворку SDLC (*Software Development Life Cycle* – структурований процес розроблення програмного забезпечення) життєвий цикл ІТ-проєкту містить такі етапи: планування, збір та аналіз вимог, проєктування, реалізація, тестування, розгортання, супровід і підтримка [1].



Рис. 1. Життєвий цикл ІТ-проєкту відповідно до SDLC

У межах запропонованого підходу передбачено застосувати лінійне управління проєктом на початкових етапах – ініціації та планування проєкту, аналізу та високорівневого дизайну (HLD – *High Level Design*), а також під час фінального тестування (інтеграційні тести та UAT – *User Acceptance Testing*), розгортання й постачання замовнику. Весь процес регулюється високорівневим планом проєкту, що, зокрема, встановлює часові межі проєкту та його етапів. Етап супроводу й підтримки з огляду на запропонований підхід не розглядається, оскільки зазвичай реалізується в межах окремого проєкту.

Управління реалізацією проєкту, яка передбачає низькорівневий дизайн (LLD – *Low Level Design*), безпосередньо реалізацію, а також компонентне тестування, і може виконуватися паралельно різними командами, проводиться за гнучкими методологіями. Вибір окремої методології може делегуватися команді, але встановлюються контрольні точки для синхронізації відповідно до глобального плану. Робота окремої команди в межах реалізації регулюється локальними планами проєкту, межі яких синхронізовані з глобальним планом.

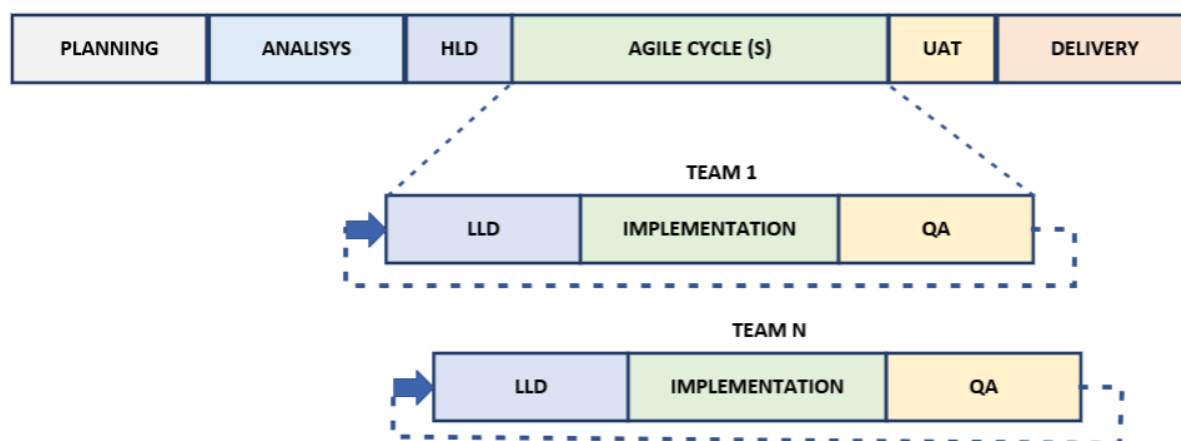


Рис. 2. Гібридний життєвий цикл ІТ-проєкту

Інструментом декомпозиції складного проєкту є його виконання в декілька фаз, кожна з яких передбачає описані вище етапи й завершується постачанням функціоналу, що забезпечує реалізацію певної бізнес-потреби замовника. У цьому разі на етапі планування проєкту визначають межі для кожної його фази. Фази проєкту можуть виконуватись послідовно т

а/або паралельно, мати різний набір виконавців, зокрема життєвий цикл кожної фази планується відповідно до описаного вище гібридного підходу.

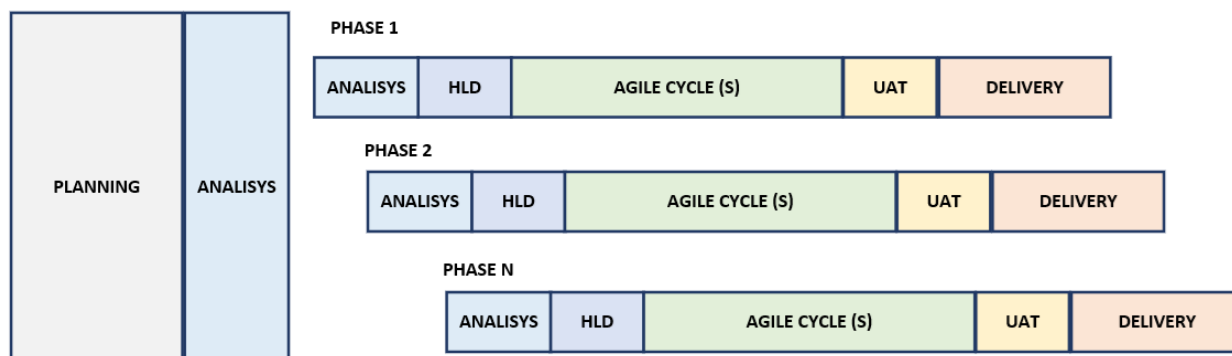


Рис. 3. Гібридний життєвий цикл ІТ-проєкту з декількома фазами

Запропонований підхід до управління ІТ-проєктами поєднує структурованість і передбачуваність традиційних методологій управління проєктами з гнучкістю та адаптивністю сучасних підходів. Він дає змогу краще задовольнити особливі потреби ІТ-проєктів у галузі телекомунікацій та водночас забезпечує структурований фреймворк для управління проєктами. Декомпозиція на окремі фази та ітерації в межах *agile* циклу дає змогу покращити керованість і прогнозованість в управлінні складними ІТ-проєктами.

Література

1. PMI (2021), «A Guide to the Project Management Body of Knowledge® (PMBOK® Guide) 17rd Edition», PMI, P. 250.
2. Юрчук Н. П., Кіпоренко С. С. (2024), «Методології управління ІТ-проєктами: критерії вибору для ефективного управління», Ефективна економіка, No 11, URI: <https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/view/5136>
3. Rigby D., Elk S., Berez S. (2020), «Doing Agile Right: Transformation Without Chaos», Harvard Business Review Press, P. 256
4. Shenhar, Aaron. (2007), «From low- to hi-tech project management», R&D Management, Nol 23 (3), P. 199–214. DOI: 10.1111/j.1467-9310.1993.tb00823.x

ЦИФРОВІ ДВІЙНИКИ В ІТ-ПРОЄКТАХ

The report examines the concept of using digital twins in IT project management as a tool for data integration and predictive analysis. The digital twin is presented as a dynamic life cycle model that combines information from code repositories, task management systems, CI/CD processes, and ERP environments. This will provide the ability to display product architecture, resource schedules, quality indicators, and risks in real time. The result is the formation of an integrated project «mask» that increases transparency, adaptability, and management accuracy.

Складність та динамічність сучасного бізнес-середовища вимагають інноваційних підходів до управління проєктами. Штучний інтелект (ШІ), машинне навчання (МН) та великі мовні моделі програмування (LLM) застосовують у практиках управління проєктами до всіх десяти галузях знань за РМВОК [1].

Штучний інтелект використовують для управління обсягом, графіком робіт, вартістю, якістю, ризиками, ресурсами, закупівлями, комунікацією, зацікавленими сторонами та інтеграцією. Це може бути автоматизація повторюваних завдань і моніторинг у режимі реального часу, забезпечення прогнозової аналітики та залучення зацікавлених сторін.

Поєднання передових технологій штучного інтелекту з традиційними засобами управління проєктами є перспективним та забезпечить успішне завершення проєктів. Однією з таких технологій є цифрові двійники (*digital twins*, DT) [2], що створюються на стику інженерії, інформаційних технологій, аналітики даних та штучного інтелекту. Їх розроблення передбачає кілька етапів, що виконують міждисциплінарні команди.

Насамперед це інженери та проєктувальники, які відповідають за побудову фізичних і логічних моделей об'єкта (креслення мосту, процесна схема виробництва, структура ІТ-проєкту). Далі фахівці з ІТ та програмного забезпечення будують цифрову копію у вигляді 3D-моделей, симуляцій або інформаційних моделей, зокрема BIM у будівництві або CAD/CAE-системи для машинобудування.

Аналітики даних і фахівці з ШІ розробляють алгоритми для оброблення реальної інформації, прогнозування станів і оптимізації параметрів.

Тут використовуються ML-моделі, що «оживляють» цифровий двійник. Системні інтегратори забезпечують під'єднання цифрового двійника до IoT, ERP-систем, SCADA чи проєктних баз даних, що дає змогу в реальному часі оновлювати стан віртуальної копії [3].

В управлінні проєктами DT застосовують для моделювання розкладів, інтеграції KPI та аналізу сценаріїв, щоб передбачити затримки чи перевитрати.

Концепція цифрових двійників цілком може бути впроваджена і в управлінні IT-проєктами, хоча тут вона має іншу природу, ніж у разі з фізичними об'єктами (мости, машини чи заводи) [4]. Якщо в інженерії цифровий двійник – це 3D-модель, що під'єднана до джерел оновлення даних, то в IT-проєктах цифровий двійник є інтегрованою моделлю життєвого циклу проєкту. Його цифрова «маска» відтворює поточний стан, обсяг виконаного продукту, ресурси, ризики й прогностні сценарії.

Ідея DT в IT-проєктах розвивається у сферах DevOps, управління портфелями проєктів (PPM), кібербезпеки та управління ризиками [5]. Тут DT будується не на джерелах оновлення інформації, а на даних із репозиторіїв коду, систем відстеження завдань (*Jira*, *Trello*), CI/CD-пайплайнів, ERP-систем, логів експлуатації та зворотного зв'язку користувачів. Тобто цифровий двійник IT-проєкту – це узгоджена динамічна модель, що об'єднує всю інформацію про проєкт у реальному часі.

Отже, DT для IT-проєкту відтворює:

- структуру програмного продукту (архітектура, модулі, API, залежності);
- календарний та ресурсний графік (*tasks*, *milestones*, розподіл людей і часу);
- поточний прогрес (дані з *Jira* / *GitHub*);
- якість (баги, тестові метрики, *code coverage*, CI/CD-статуси);
- ризики та сценарії (затримки, нестача ресурсів, технічні борги).

Завдяки цьому менеджери проєкту отримують динамічний *twin dashboard*, де в реальному часі видно не лише стан проєкту, а й прогностні сценарії.

Висновок

Цифровий двійник в IT-проєкті – це віртуальна «маска» управління проєктом, яка інтегрує всі дані з різних систем і дає змогу робити симуляції, прогнозування та оптимізацію. Це не просто дашборд, а динамічна модель життєвого циклу, яка відтворює реальний стан проєкту в будь-який момент.

Література

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (2021). Seventh Edition: Project Management Institute, 250 p.
2. Hickey, B., Gachon, C., & Cosgrove, J. (2022). Digital Twin – A Tool for Project Management in Manufacturing, 720–727. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.268>
3. Бушуєв, С., Івко, А., та Тихонович, Ю. (2024). Синкретичне управління проектами в епоху вибуху штучного інтелекту. *Екологічна безпека та природні ресурси*. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.1.85-98>
4. Kanakaris, N., Karacapilidis, N., & Lazanas, A. (2019). On the Advancement of Project Management through a Flexible Integration of Machine Learning and Operations Research Tools., 362–369. <https://doi.org/10.5220/0007387103620369>
5. Тесля, Ю.М., Єгорченкова, Н.Ю., Хлевна, Ю.Л., Єгорченков, О.В., Катаєва, Є.Ю., & Латишева, Т. В. (2024). Застосування цифрових двійників проектно-орієнтованих виробництв у цифровому проектному менеджменті. *Тези доповідей VII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2024), (Черкаси, 23–24 травня 2024 р.), 117.*

Тригуба А.М.¹, Коваль Л.С.², Шолудько Р.Я.²,
Андрушків О.Я.², Олійник Р.І.²

¹Національний природничий університет України

²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ РЕГІОНІВ У ПІСЛЯВОЄННИЙ ЧАС

The feasibility of using digital technologies for the implementation of regional infrastructure development projects in the post-war period has been substantiated. A comparison of traditional and digital methods of infrastructure project management has been carried out. A scheme for integrating digital technologies into infrastructure project management processes has been proposed, and the components of their effectiveness have been substantiated.

Післявоєнна відбудова інфраструктури в регіонах України є непростим завданням. Для його розв'язання необхідно реалізовувати проєкти та використовувати новий інструментарій для управління ними. Ідеться не лише про відновлення доріг чи будівель, а про повернення цілих систем життєзабезпечення населення громад. Від них залежить економіка, повсякденний комфорт і безпека людей. Світовий банк 2023 року оцінив потреби на відновлення України в понад 400 мільярдів доларів США [1]. Ця цифра досі зростає. У таких умовах немає можливості генерувати випадкові управлінські рішення. Необхідні управлінські інструменти, які дадуть змогу контролювати реалізацію проєктів, а також спостерігати реальну картину на кожному етапі їх реалізації. Саме тут на першому плані постають цифрові технології, що перестали бути лише «допомогою» та перетворилися на основу управління складними проєктами.

Приклади інших країн, які вже проходили масштабне відновлення після конфліктів чи стихійних лих, підтвердили таке положення. Коли використовують геоінформаційні системи, BIM-моделювання, цифрові двійники та аналітику показників, швидкість і точність рішень зростає в рази. Це не лише про техніку чи програмне забезпечення – це спосіб звести в одне поле інформацію від різних учасників проєктів і працювати з ними як з єдиною системою. Для України такий підхід є вкрай важливий.

У цьому разі необхідно одночасно відновлювати те, що зруйновано, і закладати основу для розвитку інфраструктури на десятки років уперед.

Управління інфраструктурними проектами розвитку регіонів у післявоєнний період неможливе без упровадження цифрових технологій. Вони забезпечують координацію дій, прозорість процесів і точність розрахунків.

Аналіз таблиці 1 демонструє, що цифрові методи управління інфраструктурними проектами забезпечують значно вищий рівень оперативності, точності та прозорості порівняно з традиційними підходами.

Таблиця 1. Порівняння традиційних і цифрових методів управління інфраструктурними проектами

Критерій	Традиційні методи	Цифрові методи
Збирання та оброблення інформації	Ручне збирання інформації, паперові документи, локальні бази даних	Автоматизоване збирання інформації із сенсорів, GIS, BIM та відкритих джерел
Візуалізація проекту	Двовимірні кресленики та статичні схеми	Тривимірні моделі (BIM), цифрові двійники, інтерактивні карти
Координація учасників	Телефон, електронна пошта, фізичні наради	Онлайн-платформи управління проектами, спільний доступ до моделей і карт
Прийняття рішень	Основа на досвіді та інтуїції керівника	Аналітичні платформи, сценарне моделювання, штучний інтелект
Контроль виконання робіт	Періодичні виїзди на об'єкт, фото- та письмові звіти	Моніторинг у режимі реального часу за допомогою цифрових датчиків і дронів
Оновлення документації	Тривала процедура погоджень і друку	Автоматичне оновлення цифрових моделей та звітів у спільному середовищі
Оцінювання ризиків	Залежить від досвіду експертів	Використання алгоритмів прогнозування та аналізу великих даних
Вартість помилок	Висока через пізнє виявлення	Знижується завдяки ранньому виявленню відхилень від плану

Завдяки використанню GIS, BIM, цифрових двійників та аналітичних платформ зменшуються часові витрати на підготовку й оновлення документації. У цьому разі скорочується ризик помилок, а контроль за виконанням робіт стає безперервним і об'єктивним.

У післявоєнних умовах, коли необхідно одночасно відновлювати значну кількість об'єктів інфраструктури та ефективно розподіляти обмежені ресурси, перевага цифрових інструментів над традиційними методами стає вирішальною для досягнення поставлених цілей. Для ілюстрації інтеграції цифрових технологій у процес управління інфраструктурними проєктами можна розглянути приклад узагальненої схеми (рис. 1), де поєднано GIS, BIM та аналітичні платформи.

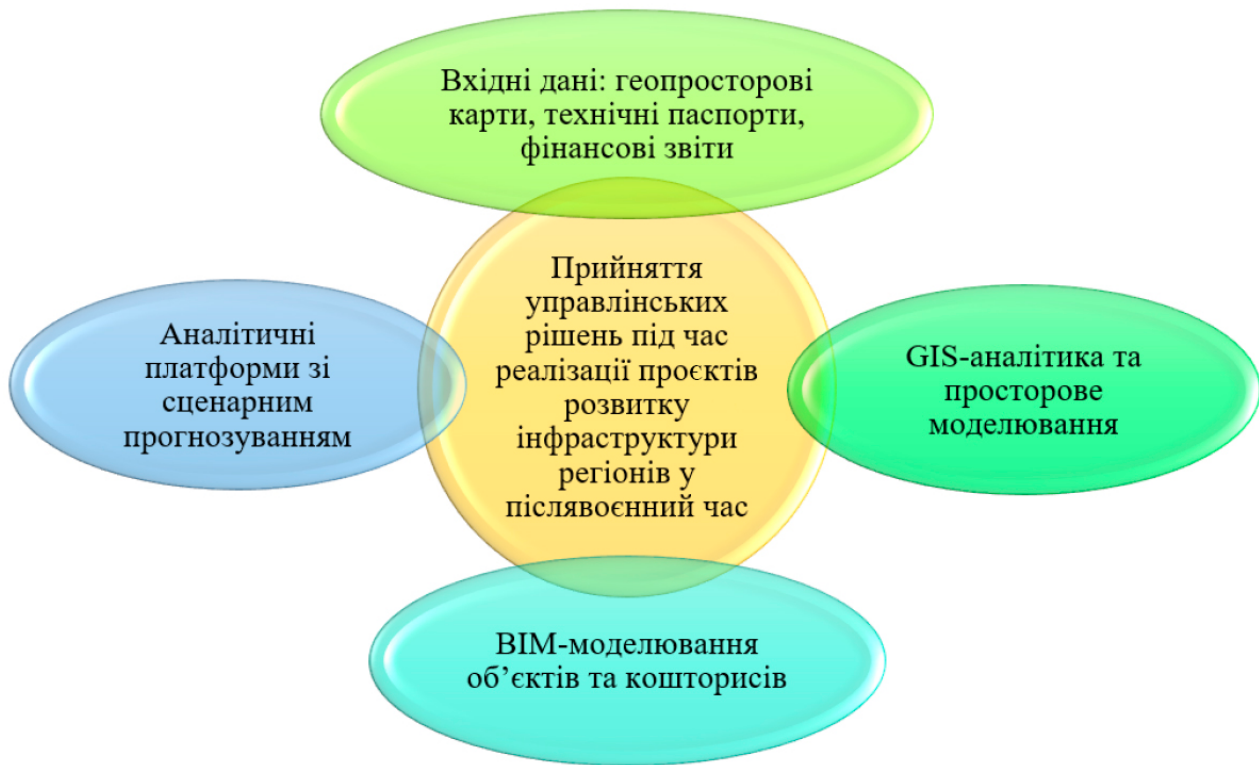


Рис. 1. Схема інтеграції цифрових технологій у процесі управління інфраструктурними проєктами

З математичного погляду ефективність інтеграції цифрових технологій у проєктний менеджмент можна описати як оптимізацію функції

$$E = f(Q, T, C), \quad (1)$$

де E – ефективність управління;

Q – якість виконаних робіт;

T – тривалість проєкту;

C – загальні витрати.

Цифрові інструменти впливають одночасно на всі три змінні – підвищують Q , скорочують T і оптимізують C .

Алгоритм упровадження цифрових інструментів передбачає послідовність дій, яка починається із збирання та попереднього оброблення

інформації. На етапі планування формуються цілі та показники ефективності, виконується просторовий аналіз та визначаються пріоритети з використанням геоінформаційних показників. Далі, під час проєктування, цифрові моделі (BIM, 3D-візуалізації) інтегруються з технічною та кошторисною документацією, що дає змогу прорахувати кілька варіантів реалізації проєкту. На етапі виконання проєктів цифрові двійники та системи моніторингу в режимі реального часу відстежують результати робіт. Водночас модулі штучного інтелекту аналізують відхилення та пропонують оптимізаційні дії щодо реалізації проєктів. Важливими є процеси моніторингу, які передбачають використання накопичених показників для оцінювання результатів та формування рекомендацій для майбутніх проєктів.

Важливим інструментом оптимізації є математичне моделювання процесів, що дає змогу кількісно оцінювати вплив різних чинників проєктного середовища на кінцевий результат (продукт проєкту). Ефективність цифрового супроводу можна виразити такою функцією:

$$E_d = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot Q_i}{T \cdot C}, \quad (2)$$

де E_d – інтегральний показник ефективності цифрового супроводу проєктів;

Q_i – значення окремого якісного показника (точність планування, швидкість оброблення інформації, ступінь автоматизації тощо);

w_i – ваговий коефіцієнт важливості окремого якісного показника;

T – загальна тривалість виконання проєкту;

C – витрати на реалізацію проєкту.

Оптимізаційне завдання полягає в максимізації E_d за умов обмежених ресурсів C та часових меж T :

$$\max E_d \quad \text{за умов} \quad C \leq C_{\max}, \quad T \leq T_{\max}. \quad (3)$$

Висновки. Застосування відкритих даних дає змогу автоматично оновлювати вхідні параметри моделі. Це особливо важливо в післявоєнних умовах, коли соціально-економічні та технічні показники змінюються динамічно. Штучний інтелект, інтегрований у процес аналізу, допомагає прогнозувати ризики, моделювати альтернативні сценарії та пропонувати варіанти рішень, що мінімізують витрати й скорочують терміни реалізації. Методологія цифрового супроводу не лише забезпечує ефективність управління проєктами, але й створює передумови для сталого розвитку інфраструктури в довгостроковій перспективі.

Література

1. World Bank. Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment. World Bank, 2023. <https://www.worldbank.org>
2. Kaklauskas A., Zavadskas E. K., Daniunas A., et al. Digital twins for the sustainable built environment: Framework and future research directions. *Automation in Construction*, 2022, 139, 104276. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104276>
3. Тригуба А. М., Ратушний А. Р., Демчина В. Р., Коваль Л. С. Особливості управління проектами відновлення транспортної та безпекової інфраструктури сільських громад у післявоєнний період. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2023, 28, 44–54. <https://doi.org/10.32447/20784643.28.2023.05>
4. Бушуєв, С., Івко, А. Синкретичне управління інноваційними проектами в епоху розвитку ІІІ. *Вісник Одеського національного морського університету*, 2024. 72, 117–130. <https://doi.org/10.47049/2226-1893-2024-1-117-130>

Тригуба І.Л.¹, Маланчук О.М.², Татомир А.В.¹,
Коциловський М.П.¹, Андрушків О.Я.³

¹Національний природничий університет України

²Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

³Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЕННЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОМОГОСПОДАРСТВ

The feasibility of assessing the resource potential of household energy supply projects based on organic waste has been substantiated. An information and analytical model has been proposed, on the basis of which a decision support system has been developed to assess the resource potential of household energy supply projects based on organic waste. To account for the variability of waste generation, a stochastic modeling module based on the Monte Carlo method has been implemented. It provides for optimization based on the criterion of maximizing energy output under conditions of limited budget and resources.

Розвиток децентралізованої енергетики та прагнення до енергетичної автономності на рівні громад зумовлюють актуальність упровадження проєктів енергозабезпечення домогосподарств на основі органічних відходів. Утворення значних обсягів харчових залишків, побічної сільськогосподарської продукції та інших біорозкладних матеріалів створює потенційну сировинну базу для виробництва біогазу [1]. Перетворення цього ресурсу в електричну чи теплову енергію дає змогу одночасно розв'язати дві проблеми – зменшити негативний вплив відходів на довкілля та підвищити рівень енергетичної безпеки домогосподарств [2]. Однак для ефективного планування таких проєктів існує потреба у створенні інформаційно-аналітичної моделі, яка б допомагала оцінювати наявний ресурсний потенціал, зважаючи на фізичні, економічні та стохастичні чинники проєктного середовища громади або житлового масиву.

Першим етапом оцінювання є визначення обсягу органічних відходів, які утворюються в межах громади. Нехай задана множина домогосподарств H , кожне із яких має свій i -й індекс. Річний обсяг органічних відходів W_i (кг/рік) для домогосподарства можна визначити за формулою

$$W_i = \sum_{k=1}^n (q_{ik} \cdot f_{ik}), \quad (1)$$

де n – кількість категорій органічних продуктів (овочі, фрукти, хлібобулочні вироби тощо);

q_{ik} – середня маса k -го продукту, спожитого i -м домогосподарством за рік;

f_{ik} – частка відходів для відповідної категорії.

Сумарний річний обсяг органічних відходів, отриманий із громади, визначається за виразом

$$W_{total} = \sum_{i \in H} W_i. \quad (2)$$

Для прикладу розглянемо розрахунок обсягу утворення органічних відходів для трьох домогосподарств (табл. 1).

Таблиця 1. Результати розрахунку річного обсягу утворення органічних відходів

Домогосподарство	Овочі (кг, % відходів)	Фрукти (кг, % відходів)	Хлібобулочні (кг, % відходів)	W_i , кг/рік
1	200, 0.15	150, 0.20	50, 0.10	65.0
2	180, 0.12	120, 0.18	60, 0.08	51.6
3	250, 0.14	200, 0.22	70, 0.12	84.4

Наступним етапом є визначення кількості біогазу, який можна отримати способом анаеробного зброджування відходів. Для i -го домогосподарства обсяг біогазу B_i (м³/рік) обчислюється за формулою

$$B_i = W_i \cdot \eta_{conv}, \quad (3)$$

де η_{conv} – коефіцієнт виходу біогазу, м³/кг, який залежить від вмісту сухої речовини та біорозкладної органічної частини.

Сумарний річний обсяг виходу біогазу для громади розраховується за формулою

$$B_{total} = \sum_{i \in H} B_i. \quad (4)$$

Отриманий біогаз визначається певним енергетичним еквівалентом, що залежить від вмісту метану й теплоти його згоряння. Енергетичний потенціал E_i (кВт·год/рік) для домогосподарства можна обчислити за формулою

$$E_i = B_i \cdot \rho_{CH_4} \cdot LHV_{CH_4} \cdot \eta_{eng}, \quad (5)$$

де ρ_{CH_4} – частка метану в біогазі;

LHV_{CH_4} – нижча теплота згоряння метану, кВт·год/м³;

η_{eng} – коефіцієнт корисної дії перетворення біогазу в електроенергію.

Сумарний енергетичний потенціал громади розраховується за формулою

$$E_{total} = \sum_{i \in H} E_i. \quad (6)$$

З метою оцінювання ефективності використання органічних відходів для енергетичних потреб громади доцільно застосовувати інтегральний показник енергетичної ефективності:

$$I_{eff} = \frac{E_{total}}{P_{dem}}, \quad (7)$$

де P_{dem} – річне енергоспоживання громади.

Якщо значення показника I_{eff} перевищує одиницю, то потенціал виробленої енергії з відходів здатний повністю покрити річні потреби громади.

Зважаючи, що обсяг відходів змінюється залежно від сезонності, харчових звичок населення та інших випадкових факторів, до моделі запроваджується стохастичний підхід. Обсяг відходів для кожного домогосподарства розглядається як випадкова величина:

$$W_i \sim N(\mu_{W_i}, \sigma_{W_i}^2), \quad (8)$$

де μ_{W_i} – середнє значення обсягу відходів;

$\sigma_{W_i}^2$ – дисперсія обсягу відходів.

Очікуваний енергетичний потенціал громади з огляду на ймовірнісну природу процесу обчислюється за формулою

$$E[E_{total}] = \sum_{i \in H} E[W_i] \cdot \eta_{conv} \cdot \rho_{CH_4} \cdot LHV_{CH_4} \cdot \eta_{eng}. \quad (9)$$

Для розв'язання задачі максимізації ефективності проєктів енергозабезпечення домогосподарств на основі органічних відходів за наявних обмежень витрат бюджету можна сформулювати оптимізаційну постановку задачі:

$$\max_{\eta_{conv}, \eta_{eng}} E_{total} \quad \text{за умов} \quad C_{proc} \leq C_{max}, \quad W_{total} \geq W_{min}, \quad (10)$$

де C_{proc} – витрати на перероблення органічних відходів;

C_{max} – максимально допустимий обсяг бюджету проєкту енергозабезпечення домогосподарств на основі органічних відходів;

$W_{\min}$ – мінімальний обсяг відходів, потрібний для безперервної роботи системи енергозабезпечення домогосподарств на основі органічних відходів.

На підставі описаної моделі оцінення ресурсного потенціалу для реалізації проєктів енергозабезпечення домогосподарств розроблено систему підтримки прийняття рішень (СППР). Вона забезпечує автоматизоване оцінювання ресурсного потенціалу органічних відходів. Має функціонал як детермінованих, так і стохастичних розрахунків. Інтерфейс системи містить вкладки для введення вихідних даних, налаштування параметрів, перегляду результатів, побудови графіків та виконання моделювання методом Монте-Карло (рис. 1). У вкладці «Монте-Карло» користувач задає кількість прогонів і коефіцієнт варіації, після чого система розраховує середнє значення E_{total} , стандартне відхилення та перцентилі розподілу.



Рис. 1. Вікно СППР із результатами моделювання енергетичного потенціалу домогосподарств E_{total} методом Монте-Карло

На рис. 1 наведено приклад побудови гістограми розподілу сумарного енергетичного потенціалу домогосподарств E_{total} , отриманого за результатами 2000 симуляцій. Візуальний аналіз показує, що більшість реалізацій значення енергетичного потенціалу домогосподарств зосереджені в інтервалі від 160 до 180 кВт·год/рік, що свідчить про стабільність ресурсної бази навіть з огляду на випадкові коливання.

Висновки. Розроблена інформаційно-аналітична модель дає змогу системно оцінювати ресурсний потенціал органічних відходів для реалізації проєктів енергозабезпечення домогосподарств. Вона бере до уваги вплив мінливості обсягів надходження органічних відходів на кінцевий результат. Запропонована СППР, що базується на обґрунтованій моделі, дає змогу проводити сценарний аналіз і здійснювати оптимізацію конфігурації системи енергозабезпечення домогосподарств з огляду на наявні ресурсні обмеження.

Література

1. Tryhuba, A. et al. Assessment of the Condition of the Project Environment for the Implementation of Technologically Integrated Projects of the «European Green Deal» Using Maize Waste. *Energies* 2022, 15, 8220. <https://doi.org/10.3390/en15218220>
2. Tryhuba A.; Hutsol T.; Tryhuba I.; Pokotylska N.; Kovalenko N.; Tabor S.; Kwasniewski D. Risk Assessment of Investments in Projects of Production of Raw Materials for Bioethanol. *Processes* 2021, 9, 12. <https://doi.org/10.3390/pr9010012>

МЕТОДИ Й ЗАСОБИ ВИКОНАННЯ РУТИННИХ ЗАВДАНЬ, ЩО ПОСТАЮТЬ ПЕРЕД РОЗРОБНИКОМ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ

This study analyzes strategies for speeding up repetitive mobile development tasks, emphasizing automation and process standardization. It covers key stages from environment setup to maintenance. Results indicate that streamlined workflows significantly enhance delivery speed and code quality, while reducing developer workload. The study also outlines promising directions for further research in optimizing mobile engineering practices.

Вступ

Мобільне розроблення за останнє десятиліття перетворилося на одну з ключових галузей ІТ, забезпечуючи створення інструментів та сервісів, якими щодня користуються мільярди людей. Водночас робочий день мобільного інженера передбачає не лише реалізацію нових функцій, але й з численних повторюваних операцій, пов'язаних із налаштуванням проєкту [1], оновленням залежностей, тестуванням, складанням збірок, публікацією оновлень у магазинах застосунків. Такі рутинні завдання часто забирають чимало часу, відволікають від креативних етапів і без належної оптимізації знижують продуктивність команди [1, 2]. В умовах швидких релізних циклів та зростання вимог користувачів здатність прискорювати повсякденні процеси стає конкурентною перевагою.

Джерела рутинних дій у мобільному розробленні

Створення мобільних застосунків передбачає повторювані завдання на всіх етапах життєвого циклу продукту. Під час ініціалізації проєкту розробник витрачає час на створення структури каталогів, під'єднання SDK, налаштування CI/CD, створення ключів підпису та схем збірки, а також інтеграцію базових бібліотек, зокрема для аналітики, логування та мережевої взаємодії.

У процесі розроблення інтерфейсу виконуються повторювані дії – перенесення макетів із *Figma* або інших дизайнерських інструментів у код. Під час реалізації функціоналу розробник часто працює з типовими сценаріями,

такими як під'єднання до API, оброблення помилок або створення стандартних екранів на кшталт авторизації, списків і детальних переглядів.

Етап тестування супроводжується написанням юніт- та UI-тестів, запуском автоматизованих сценаріїв, аналізом логів та *crash*-репортів. Навіть за наявності автоматизації значна кількість перевірок, особливо в процесі інтеграції нових функцій, виконується вручну. На завершальних етапах, а саме під час публікації та супроводу, розробники готують метадані для *App Store* та *Google Play*, управляють версіями, формують списки змін і оновлюють залежності для підтримки сумісності з новими версіями операційних систем.

Інструменти й підходи для прискорення роботи

Одним із ключових засобів оптимізації є використання можливостей інтегрованих середовищ розробки. *Android Studio* та *Xcode* надають інструменти генерації коду, інтеграції із системами контролю версій, напівавтоматизованого налагодження тощо. Розширення для IDE дають змогу автоматично створювати типові архітектурні компоненти та ресурси, що значно скорочує час рутинних дій.

Автоматизація збірки й тестування реалізується за допомогою таких технологій, як *Gradle*, *Fastlane* та CI/CD-платформи на кшталт *GitHub Actions*, *Bitrise* чи *Codemagic*. Вони забезпечують безперервну інтеграцію, автоматичне тестування та швидке постачання збірок у магазини застосунків.

Сучасні AI-асистенти, такі як *GitHub Copilot*, *Google Gemini* [4], *Jetbrains Junie* [5], інтегровані безпосередньо в IDE, здатні пропонувати фрагменти коду, оптимізувати наявні рішення, генерувати коміт-повідомлення та допомагати з рефакторингом, що дає змогу розробникам зосереджуватися на більш складних і творчих завданнях.

Організаційні практики

Технічна автоматизація ефективна лише в поєднанні з організаційними змінами. Стандартизація процесів, зокрема єдині правила оформлення коду, узгоджені стратегії роботи з гілками в системі контролю версій та обов'язкові автоматичні перевірки перед злиттям, зменшує кількість ручної роботи. Використання дизайн-системи [3] забезпечує уніфікацію зовнішнього вигляду продукту та мінімізує повторне створення компонентів. Наявність структурованого процесу онбордингу скорочує час адаптації нових членів

команди, а проведення код-рев'ю з автоматичними перевітками якості допомагає запобігти помилкам ще на ранніх етапах.

Висновки

Прискорення повсякденних завдань мобільного розробника є комплексним питанням, що поєднує впровадження сучасних інструментів автоматизації та вдосконалення внутрішніх процесів команди. Ефективне застосування можливостей IDE, CI/CD, генераторів коду та AI-асистентів у поєднанні зі стандартизацією та уніфікацією робочих практик дає змогу значно знизити частку рутинної роботи, скоротити час виходу продукту на ринок та підвищити загальну ефективність розробки. У перспективі подальший розвиток технологій штучного інтелекту та інтеграція хмарних сервісів обіцяють значно спростити виконання базових операцій і надати командам мобільних розробників більше часу для інноваційної діяльності.

Література

1. GitLab Global DevSecOps Survey. URL:<https://about.gitlab.com/developer-survey>
2. JetBrains Developer Ecosystem Survey 2023. URL: <https://www.jetbrains.com/lp/devecosystem-2023/>
3. Кастомні дизайн-системи для Jetpack Compose [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developer.android.com/develop/ui/compose/designsystems/custom>
4. Gemini в Android Studio [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developer.android.com/studio/preview/gemini>
5. Junie – AI для мобільної розробки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.jetbrains.com/junie/>

ФОРМУВАННЯ КОМПОНЕНТНОЇ СТРУКТУРИ БПЛА ДЛЯ СИСТЕМНОГО ПОДАННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ЙОГО КОМПЛЕКТОВАННЯ

A research problem is formulated and addressed regarding the analysis of the multi-component structure of military equipment (using UAVs as an example) during the supply and formation of necessary reserves of weapons and their components in a conflict zone to ensure military superiority. A component-based approach is used, and a multi-layered UAV structure is proposed for a systematic representation of weaponry during the supply and stockpiling processes in a conflict zone.

У межах Сил безпілотних систем (СБС) створюють ударні роти БПЛА. Крім того, нині організовують інші підрозділи, що спеціалізуються на різних типах безпілотників. Перевага в озброєнні та військовій техніці є одним із важливих завдань у підготовці до воєнної операції [1]. Для формування запасів військової техніки необхідно брати до уваги склад комплектування, що забезпечують ефективність використання озброєння (боєприпаси, запчастини, ремкомплекти, допоміжна техніка) [2].

Для ефективного застосування озброєння в зоні воєнного конфлікту важливо комплексно постачати в необхідній кількості всі складники військової техніки (ВТ), пов'язані з ефективним функціонуванням зброї: основні структурні складники (ОСС), боєприпаси (БП); запчастини та ремкомплекти (ЗР); допоміжна техніка (ДТ), обладнання для управління БПЛА, зв'язку, живлення, транспортування та навчання; мобільні майстерні для ремонту військової техніки (ММ).

Актуальним є завдання системного подання архітектури військової техніки у вигляді озброєння та його забезпечувальних компонентів. На рис. 1 узагальнено зображено ієрархічну схему видів озброєння з виокремленням компонентної структури кожного виду військової техніки. На верхньому рівні схеми подано види озброєння, що використовують у зоні воєнного конфлікту. На другому рівні розташовано авіаційну техніку, одним з видів якої є БПЛА. На третьому рівні подано комплектувальні компоненти. Компоненти, що належать до забезпечувальних елементів, посідають наступний рівень. Для ударних БПЛА важливим компонентом є боєприпас. Деталізацію військової техніки можна продовжити далі з огляду не тільки на процеси

постачання зброї та його комплектування в зону воєнного конфлікту, а беручи до уваги виробництво військової техніки.

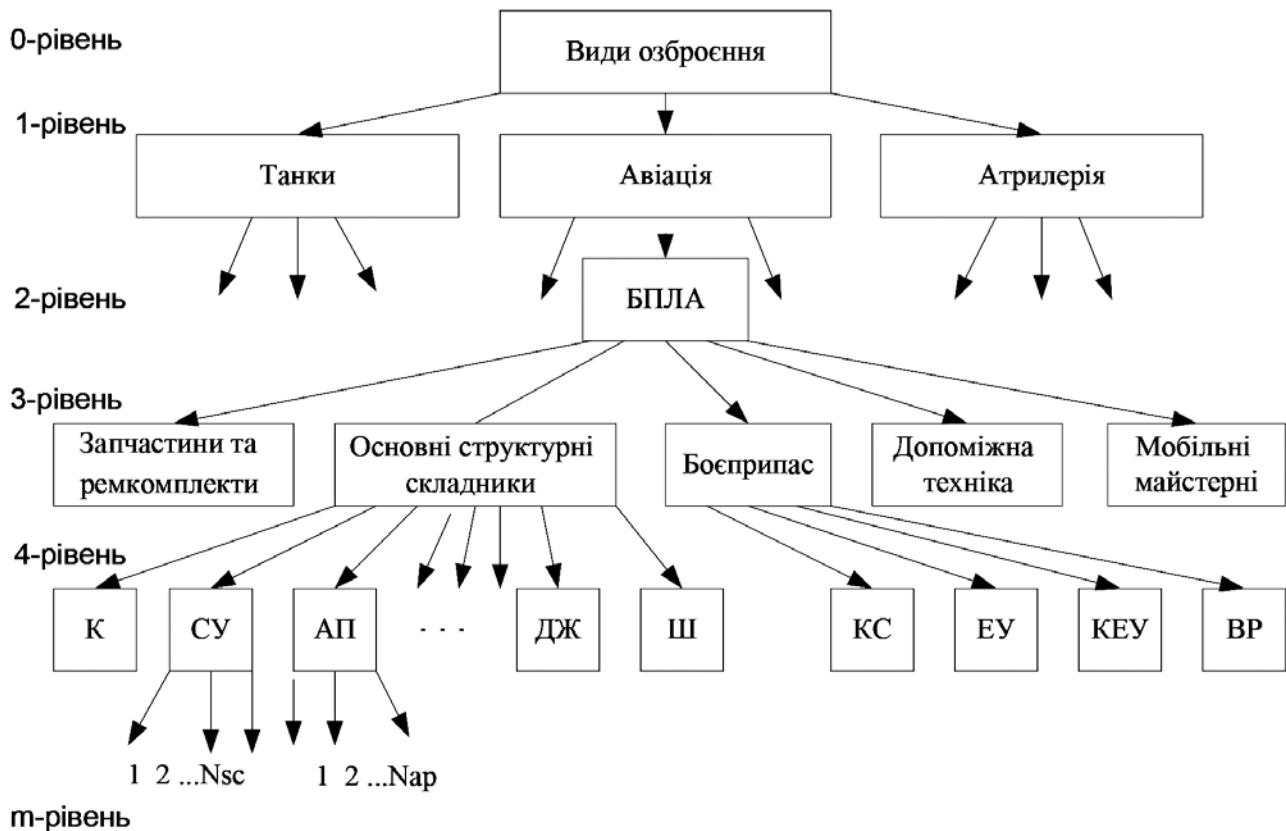


Рис. 1. Компонентна структура окремого виду військової техніки (БПЛА)

Сучасний підхід до створення воєнної техніки, оснований на вимогах стандартів та нормативів НАТО, дає змогу способом комбінації наявних компонентів розробляти нову зброю. Можна виокремити такі типові компоненти для виробництва нової військової техніки:

- компоненти повторного використання (КПВ), які можна долучити до різних видів та типів озброєння;
- компоненти, що внаслідок адаптації КПВ (АК) можна використовувати для розроблення нових зразків озброєння;
- нові компоненти (НК) інноваційного характеру, які необхідно застосовувати для створення новітніх зразків військової техніки.

Створення інноваційних видів БПЛА з переважним використанням компонентів КПВ дає змогу мінімізувати ризики, час створення та витрати. Але в цьому разі значення тактико-технічних характеристик БПЛА та ефективність бойового застосування не сильно відрізнятимуться від наявних. Переважне використання інноваційних компонентів сприяє поліпшенню тактико-технічних характеристик для бойового використання БПЛА, але в цьому разі збільшуються ризики, час та витрати проєкту.

Упровадження компонентного методу для подання багатошарової структури військової техніки дає змогу системно проаналізувати логістику постачання та комплексного формування запасів БПЛА, його комплектування в зоні воєнного конфлікту з огляду на два основні напрями [20]:

1) постачання безпілотних літальних апаратів з армійських складів та складів виробників;

2) виробництво дронів для постачання та формування необхідних запасів у зоні воєнного конфлікту.

Логістика формування запасів військової техніки в зоні воєнних дій належить до типу «розтягненої» логістичної системи. За цих умов вимоги до обсягів запасів БПЛА формують на оперативно-тактичному рівні, зважаючи на обстановку й цілі військової операції в зоні воєнного конфлікту. У разі незадоволення вимог щодо комплексного формування запасів БПЛА в зоні бойових дій, використання армійських складів та складів виробників формуються плани виробництва для ліквідації дефіциту дронів та їх комплектування.

Компонентний метод допомагає, зважаючи на використання компонентів КПВ, АК та НК, визначати вимоги до логістики комплексного формування запасів військової техніки в зоні воєнного конфлікту.

Отже, застосування компонентного методу за умови комплексного формування запасів БПЛА різних видів, використання складів та виробництва комплектування дає змогу сформулювати вимоги до обсягу запасів і планів виробництва для різних рівнів подання компонентів.

Література

1. Федорович О. Є., Уруський О. С., Чепков І. Б., Луханін М. І., Прончаков Ю. Л., Лещенко Ю. О., Рибка К. О. (2022). Моделювання транспортної логістики військових вантажів з урахуванням збитків, які виникають у зоні бойових дій через запізнення у постачанні. *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*, 0(2), 63–74. doi:<https://doi.org/10.32620/reks.2022.2.05>
2. Lai, C.-M., Tseng, M.-L. Designing a reliable hierarchical military logistic network using an improved simplified swarm optimization. *Computers and Industrial Engineering*, 2022, vol. 169, article no. 108153. DOI: [10.1016/j.cie.2022.108153](https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108153)
3. Федорович О. Є., Поліщук Є., Чмихун Є., & Solovyov, B. (2022). Моделювання критичних вразливостей у логістиці постачання озброєння та військової техніки в умовах воєнних загроз. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*, 0(6), 40-49. doi:<https://doi.org/10.32620/aktt.2022.6.05>

ВЕБДОСТУПНІСТЬ У РЕАЛІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

Web accessibility plays a critical role in ensuring that project management information systems are inclusive, user-friendly, and functional for a wide range of users. It addresses the needs of individuals with permanent or temporary disabilities, those in challenging environments, and users with varying technical or language backgrounds. Accessibility is positioned as a strategic investment in inclusivity, social responsibility, and sustainable project outcomes.

У сучасному цифровому середовищі інформаційні системи управління проєктами є ключовими інструментами для планування, реалізації, моніторингу та аналізу проєктної діяльності. Успішне впровадження таких систем вимагає не лише функціональної повноти, а й здатності бути доступними, зручними та інклюзивними для широкого кола користувачів. У цьому контексті все більшого значення набуває вебдоступність, яку варто розглядати не лише як підтримку користувачів з інвалідністю, а як універсальний підхід до забезпечення цифрового доступу для всіх – незалежно від технічних, ситуаційних або когнітивних обмежень [1, 2].

Метою роботи є обґрунтування необхідності зважати на принципи вебдоступності під час реалізації інформаційних систем управління проєктами та програмами, а також визначення практичних підходів до інтеграції доступності як невід’ємного складника цифрового середовища для всіх учасників проєктної діяльності.

Під вебдоступністю розуміють практику проєктування вебінтерфейсів таким чином, щоб ними могли повноцінно користуватись усі люди, зокрема особи з інвалідністю чи тимчасовими обмеженнями. Основним міжнародним стандартом у цій галузі є WCAG 2.1 (*Web Content Accessibility Guidelines*), розроблений W3C [3, 4]. Він базується на чотирьох принципах: інформація та елементи інтерфейсу мають бути сприйнятливими, керованими, зрозумілими, надійними. Дотримання цих принципів дає змогу розширити цільову аудиторію цифрового продукту, забезпечити інклюзивність та уникнути юридичних санкцій, оскільки чимало країн (разом з Україною) поступово вводять обов’язковість вебдоступності для ресурсів. Вебдоступність у широкому сенсі – це здатність інформаційної системи бути зручною та зрозумілою для всіх типів

користувачів. Ідеться не тільки про людей із постійними порушеннями здоров'я (зору, слуху, моторики), а й осіб таких категорій:

- користувачів із тимчасовими обмеженнями (травми, операції);
- людей в ускладнених умовах (гучне середовище, слабкий інтернет);
- користувачів із когнітивними особливостями;
- працівників з різними технічними пристроями або мовною підготовкою.

В умовах реалізації інноваційних чи міжнародних проєктів, де залучені люди з різним бекграундом, з різних країн або галузей, вебдоступність стає особливо важливою.

Застосування принципів доступності в інформаційні системи управління проєктами є не лише технічною або нормативною вимогою, а й проявом соціальної відповідальності організацій, що розробляють або впроваджують цифрові рішення [5]. Універсальний доступ сприяє забезпеченню рівних можливостей участі в проєктній діяльності для осіб з різними фізичними, когнітивними чи технічними обмеженнями, зменшенню цифрового розриву між різними соціальними групами, підвищенню рівня довіри до організації з боку партнерів, донорів, державних структур та кінцевих користувачів.

Соціально відповідальний підхід наголошує на цінності інклюзії, людської гідності та сталого розвитку. У багатьох міжнародних програмах інноваційного спрямування це є неформальним, але очікуваним стандартом, що впливає на успішність участі в грантах, тендерах або партнерських проєктах.

Інформаційні системи управління проєктами та програмами містять портали, платформи планування, системи моніторингу та звітності. Усі ці елементи активно використовуються різними категоріями користувачів, починаючи від керівників і виконавців до зовнішніх стейкхолдерів. Якщо система не відповідає критеріям доступності, вона може втратити ефективність через бар'єри у застосуванні. Наприклад, користувачі з порушеннями зору не зможуть орієнтуватися в інтерфейсі без текстових альтернатив до зображень, а люди з моторними порушеннями – користуватись елементами керування без підтримки клавіатурної навігації. У масштабних проєктах, де значна частина взаємодії може відбуватися онлайн, це створює ризики неефективного залучення команди та стейкхолдерів.

Для забезпечення вебдоступності необхідно інтегрувати її принципи на всіх етапах розроблення системи управління проєктами й програмами (табл. 1).

Можемо зробити висновок, що вебдоступність у контексті інформаційних систем управління проєктами та програмами – це про універсальний дизайн цифрових рішень, які беруть до уваги реальні умови використання, потреби

й можливості всіх учасників проєктної діяльності. Її реалізація потребує системного підходу, але водночас забезпечує вищу якість інформаційних систем, ширше охоплення цільової аудиторії та успішну реалізацію проєктів. Отже, вебдоступність – це стратегічна інвестиція в ефективність, інклюзивність і сталий розвиток проєктного управління.

Таблиця 1. Інтеграція принципів доступності

Етап життєвого циклу	Рекомендації з упровадження доступності
Аналіз потреб	– додати вимоги доступності до технічного завдання (SRS); – взяти до уваги потреби користувачів з різним досвідом і навичками;
Проектування	– розробити інтерфейси з чіткою, передбачуваною навігацією; – використовувати адаптивний дизайн, достатній контраст;
Розроблення	– забезпечити повну підтримку клавіатурної навігації; – дотримуватись вебстандартів доступності;
Тестування	– застосовувати автоматизовані інструменти доступності; – проводити тестування з різними користувачами й умовами

Література

1. Lukashuk , M. (2024). Standardization Of Web Accessibility Of Information And Communication Technologies As A Way To Attract More Users. *Computer-integrated technologies: education, science, production*, (55), 124–129. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-55-15>
2. Фонар Л.С. Вебдоступність освітніх сайтів: аналіз недоліків та шляхи поліпшення. *Прикладні питання математичного моделювання*. 2024. Т. 7, № 2., 294 с., С. 242–250. <https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2024-7-2-21>
3. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> (дата звернення: 20.07.2025).
4. Настанови з доступності вебвмісту (WCAG) 2.1. Авторизований переклад українською мовою W3C. URL: <https://www.w3.org/Translations/WCAG21-ua/> (дата звернення: 20.07.2025).
5. Момот С.В. Вплив соціальної відповідальності бізнесу на реалізацію принципів сталого розвитку в регіоні. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія «Економічні науки»*. Черкаси: ЧДТУ, 2022. Вип. 64. С. 27–36.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ У ПРОЦЕСІ ГІБРИДНОГО НАВЧАННЯ В УКРАЇНСЬКИХ ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

The research analyzes the application of information systems in hybrid learning processes in Ukrainian higher education institutions. Based on a survey of academic staff and students from Ukrainian universities, the study examines attitudes towards hybrid learning format and the use of digital platforms and tools. The findings reveal strong support for hybrid learning, particularly for lectures and consultations. Key information systems that ensure hybrid learning effectiveness are identified, and prospects for their development are outlined. The study demonstrates the potential of hybrid learning in Ukraine while highlighting challenges in technical infrastructure and user training.

Гібридне навчання стало одним із ключових трендів сучасної вищої освіти, особливо в умовах глобальних викликів та необхідності забезпечення гнучкості освітнього процесу. Воєнні дії в Україні та попередній досвід пандемії COVID-19 продемонстрували критичну важливість готовності закладів вищої освіти до швидкого переходу між різними форматами навчання.

Українські університети опинилися перед необхідністю адаптації традиційних освітніх моделей до нових реалій, що вимагає ефективного поєднання очного та дистанційного навчання. Гібридний формат дає змогу максимально використовувати переваги як традиційного, так і онлайн-навчання, забезпечуючи безперервність освітнього процесу в умовах нестабільності. Успішна реалізація гібридного навчання безпосередньо залежить від ефективності інформаційних систем, що технологічно підтримують освітній процес. Це створює потребу в комплексному дослідженні досвіду застосування таких систем в українських ЗВО для визначення найкращих практик і напрямів розвитку.

Гібридне навчання (*blended learning*) – це освітній підхід, що поєднує традиційне очне навчання з елементами електронного навчання, створюючи інтегроване освітнє середовище [1]. На відміну від дистанційного навчання, гібридний формат передбачає цілеспрямоване поєднання різних форм взаємодії для досягнення оптимальних освітніх результатів.

Основними ознаками гібридного навчання є гнучкість у часі та просторі, персоналізація навчального процесу, інтеграція синхронних і асинхронних форм взаємодії, використання різноманітних цифрових ресурсів та збереження безпосереднього контакту між учасниками освітнього процесу [2].

Модель гібридного навчання може реалізовуватися в різних форматах: ротаційна модель (чергування очних та онлайн-занять), модель гнучкого розкладу (студенти самостійно обирають формат участі), збагачена віртуальна модель (переважно онлайн з періодичними очними зустрічами) та модель *face-to-face driver* (переважно очне навчання з онлайн-підтримкою) [3].

Інформаційні системи в освіті – це комплекс технологічних рішень, що забезпечують збирання, оброблення, зберігання та передачу освітньої інформації. Ключові компоненти інформаційних систем для гібридного навчання містять платформи для проведення відеоконференцій, системи управління контентом, інструменти для створення інтерактивних завдань, системи електронного тестування та засоби асинхронної комунікації. Інтеграція інформаційних систем у гібридне навчання має зважати на особливості різних форматів взаємодії, забезпечення безшовного переходу між очними та онлайн-компонентами, підтримку різних стилів навчання та можливостей персоналізації освітнього досвіду.

У межах міжнародного проєкту «Україно-німецька освітня мережа для цифрової трансформації екологічної освіти», що реалізується за підтримки Німецької служби академічних обмінів (DAAD) у співпраці з Університетом сталого розвитку м. Еберсвальде та вітчизняними ЗВО, було досліджено цифрове навчання у закладах вищої освіти України [4]. У комплексному опитуванні взяли участь 344 особи з 17 вишів, серед них 166 представників науково-педагогічних працівників (48,3%) та 178 представників студентства (51,7%).

Аналіз ставлення до гібридного формату продемонстрував його широку підтримку серед учасників освітнього процесу. Зокрема 65,7% викладачів обрали варіант «скоріше так, але залежить від дисципліни та особливостей навчання», що свідчить про усвідомлення необхідності диференційного підходу до впровадження гібридних технологій. Подібну думку висловили 50,6% студентів (рис. 1).

Позитивно оцінили гібридний формат 30,7% викладачів і 41,6% студентів, що вказує на готовність значної частини академічної спільноти до активного використання змішаних форм навчання. Негативно до гібридного формату поставилися лише 3,6% викладачів і 7,9% студентів.

Результати опитування продемонстрували загальне сприйняття змішаного формату як перспективного напрямку розвитку освіти (рис. 1).

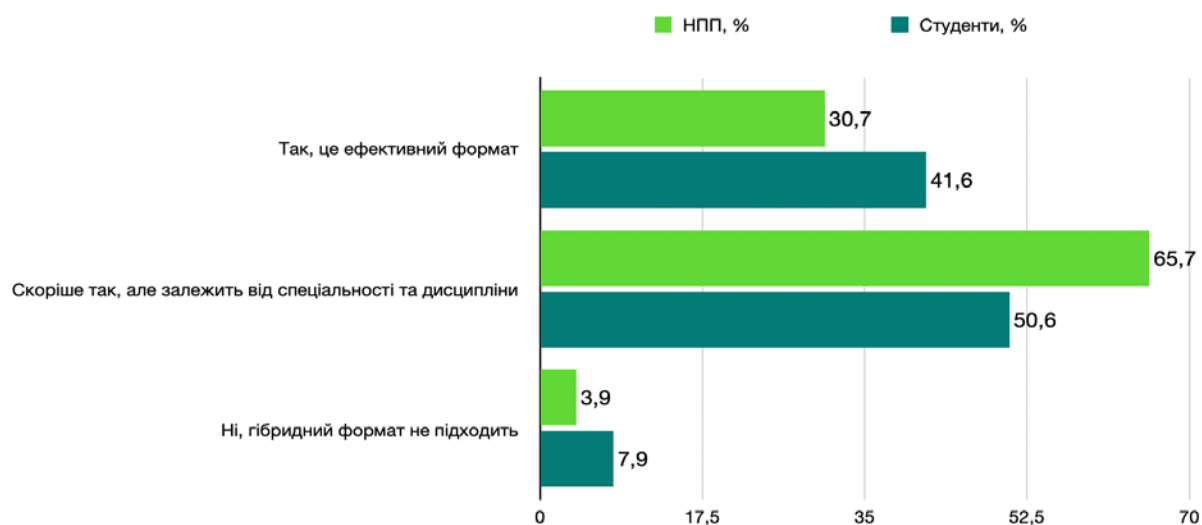


Рис. 1. Ставлення до гібридного формату навчання

Аналіз доцільності гібридного формату для різних типів занять виявив значні розбіжності в оцінках. Лекції визнають найбільш придатними для гібридної реалізації 83,7% викладачів і 81,5% студентів. Це зумовлено особливостями лекційних занять, де основна увага приділяється передачі інформації, що може ефективно здійснюватися в онлайн-форматі. Консультації та відпрацювання також отримали суттєву підтримку для гібридного формату: 69,9% НПП і 64% студентів вважають його доцільним. Це пояснюється індивідуальним підходом таких занять та можливістю гнучкого планування часу взаємодії. Семінарські та практичні заняття для гібридного формату підтримала приблизно половина респондентів (54,8% викладачів і 54,5% студентів), що свідчить про складність адаптації інтерактивних форм роботи до змішаного формату. Найбільші розбіжності спостерігаються щодо лабораторних робіт: лише 17,5% викладачів визнають доцільність гібридного формату, на відміну від 37,6% студентів. Це пояснюється специфікою лабораторних занять, що вимагають безпосередньої роботи з обладнанням та матеріалами.

Серед основних типів матеріалів, які використовують викладачі під час упровадження гібридної форми навчання, домінують презентації та матеріали з онлайн-платформ. Хоч дещо менш інтенсивно, але все ж застосовуються відеолекції та цифрові підручники / репозиторії матеріалів, тести та інтерактивні завдання (рис. 2).

Дослідження виявило високий потенціал гібридного навчання в українських закладах вищої освіти, що підтверджується широкою підтримкою з боку як

викладачів, так і студентів. Особливо перспективним є застосування гібридного формату для лекційних занять і консультацій, що дає змогу оптимально поєднувати переваги очного й дистанційного навчання.

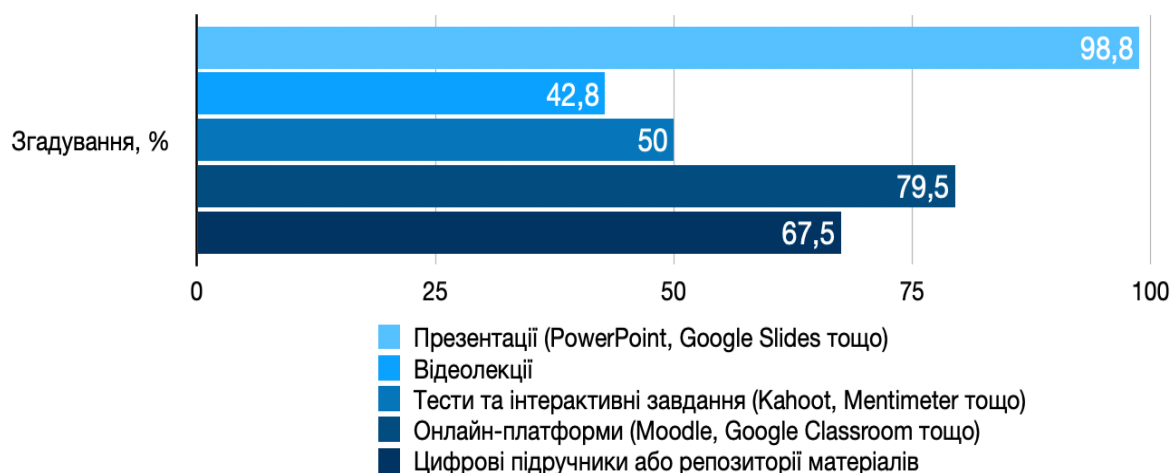


Рис. 2. Застосування цифрових інструментів
в умовах гібридної форми навчання

Інформаційні системи демонструють різний рівень упровадження: базові платформи, зокрема *Moodle* та *Zoom*, широко використовуються, тоді як інноваційні технології (VR, AR) залишаються практично не застосованими. Це вказує на необхідність поетапного розвитку цифрової інфраструктури та підготовки користувачів.

Література

1. Биков В.Ю., Кухаренко В.М., Сиротенко Н.Г., Рибалко О.В., Богачков Ю.М. Технологія розробки дистанційного курсу: навчальний посібник. За ред. В. Ю. Бикова та В. М. Кухаренка. Київ: Міленіум, 2008. 324 с.
2. Триус Ю. В., Герасименко І. В. Комбіноване навчання як інноваційна освітня технологія у вищій школі. Теорія та методика електронного навчання. 2012. Вип. 3. С. 299–308.
3. Graham C. R. Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions. The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs. San Francisco: Pfeiffer, 2006. P. 3–21.
4. HNE Eberswalde: Ukrainisch-Deutsches Lehrnetzwerk 2025. HNE Eberswalde: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde heißt Sie willkommen!. URL: <https://www.hnee.de/forschung/forschungsprojekte/ukrainisch-deutsches-lehrnetzwerk-2025>

ВИКОРИСТАННЯ 3D-ДРУКУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ UI/UX В ІНКЛЮЗИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

This study analyzes the use of 3D printing technologies to improve UI/UX in inclusive information systems by creating physical interface elements adapted for users with disabilities, including injured military personnel. It examines challenges of traditional interfaces, proposes FDM, SLA, and SLS printing methods with suitable materials, and reviews practical implementations such as tactile graphics, adaptive controllers, and prosthetic-integrated controls. The results demonstrate that 3D printing enables cost-effective, personalized, and functional solutions, enhancing accessibility and user interaction efficiency.

Вступ

Сучасні інформаційні системи дедалі частіше орієнтовані на принципи інклюзивності, забезпечуючи доступність для користувачів із різними фізичними та когнітивними особливостями. UI/UX-дизайн у такому контексті має виходити за межі винятково цифрових інтерфейсів, інтегруючи фізичні елементи, які підвищують зручність і швидкість взаємодії. 3D-друк дає змогу створювати унікальні, персоналізовані компоненти (від тактильних панелей до спеціальних навігаційних пристроїв), що можуть використовуватися як у цивільних, так і військово-медичних реабілітаційних системах [1].

Актуальні виклики та обмеження напряму.

Більшість сучасних UI/UX-рішень, зокрема цифрових (сенсорні екрани, віртуальні кнопки) і стандартних фізичних (клавіатури, джойстики), залишаються малоприсаєднаними для користувачів із вадами зору, обмеженою моторикою або ампутаціями кінцівок. Для таких людей взаємодія з інтерфейсами супроводжується значними труднощами – втратою просторової орієнтації, складністю розпізнавання елементів та підвищеним когнітивним навантаженням.

Для поранених військових та осіб з протезами додатковим бар'єром стає обмежена можливість взаємодії зі стандартними елементами управління, що прямо впливає на їхню автономність та ефективність роботи з інформаційними системами. Традиційне індивідуальне виготовлення адаптивних пристроїв або протезів із вбудованими елементами управління потребує значних

фінансових і часових ресурсів, через що чимало користувачів залишаються без належної підтримки.

Практичні рішення та методика впровадження 3D-друку

Ефективним способом зменшення вартості та часу виробництва інклюзивних інтерфейсів є впровадження технологій 3D-друку безпосередньо в медичних закладах і реабілітаційних центрах. Це дає змогу створювати адаптивні елементи управління, накладки, тактильні панелі або модифіковані частини протезів без залучення зовнішніх виробників. Запропоноване рішення – використовувати 3D-друк як частину стандартного процесу розроблення інклюзивних інтерфейсів у зв'язці: 1) CAD; 2) слайсер; 3) 3D-принтер; 4) тест із користувачами. Тобто швидко моделювати в CAD (*Fusion 360, SolidWorks*) тактильні елементи (накладки, кнопки, рельєфні піктограми), генерувати G-код у слайсері (*Cura* або *PrusaSlicer*) і друкувати прототипи безпосередньо в установах, наприклад у реабілітаційних центрах і клініках. Такий *point-of-care*-формат уже описаний у лікарнях: внутрішні 3D-лабораторії скорочують час і дають змогу створити деталі під конкретного пацієнта без зовнішнього підрядника [2].

Організація *point-of-care*-виробництва передбачає встановлення в закладі доступних і ремонтпридатних FDM-принтерів, а також створення бібліотеки перевірених 3D-моделей адаптивних елементів (накладки для сенсорних екранів, тактильні піктограми, кнопкові ковпаки, елементи фіксації), які легко підлаштовуються під індивідуальні розміри пристрою чи руки користувача. Робочий цикл передбачає короткі ітерації: друк прототипу, примірювання, збирання відгуків, внесення змін у модель. Це дає змогу отримати готовий виріб за 1–3 дні. Для високодеталізованих елементів (шрифт Брайля, дрібні рельєфи) доцільно використовувати SLA-принтери, а для виготовлення особливо міцних компонентів – технологію SLS у співпраці із зовнішніми виробничими лабораторіями.

Вибір матеріалу залежить від типу інклюзивного виробу та умов його експлуатації. PLA – біорозкладний і легкий у друці матеріал, що підходить для виготовлення тактильних піктограм, прототипів кнопок і накладок, які не піддаються високим механічним навантаженням. ABS має вищу міцність і термостійкість, що робить його придатним для корпусів адаптивних пультів керування, деталей протезів або захисних кожухів. Для TPU властиві гнучкість і еластичність, завдяки чому використовується для ергономічних накладок, м'яких кнопок і елементів, які контактують зі шкірою [3].

Наявні практики застосування 3D-друку в інклюзивних UI/UX-проектах

Сучасні технології 3D-друку активно впроваджуються у створення інклюзивних інтерфейсів, що поєднують фізичні та цифрові елементи, наприклад у тактильних інтерфейсах для людей з порушеннями зору. Системи на кшталт *Interactiles* пропонують 3D-надруковані накладки для сенсорних екранів смартфонів, що формують «комірки» над елементами UI і знижують кількість помилок у взаємодії та час виконання завдання. Їх ефективність продемонстровано в дослідженнях з участю користувачів з BLV-спільноти (BLV – *blind/low-vision*) [4].

Іншим напрямом є застосування 3D-друку в адаптивних засобах введення. *Enable Community Foundation* розробляє та поширює відкриті моделі протезів, що інтегрують кнопкові панелі чи сенсорні елементи для керування комп'ютером або смартфоном. Такі рішення особливо корисні в реабілітації поранених військовослужбовців, де важлива персоналізація та швидке виготовлення [5]. Подібний підхід демонструє і *Microsoft Adaptive Controller*, який у поєднанні з 3D-надрукованими адаптерами допомагає користувачам з обмеженою моторикою налаштовувати контролери під індивідуальні потреби, створюючи зручніші інтерфейси у відеоіграх та навчальних середовищах.

У відновленні моторики та протезуванні 3D-друк дає змогу створювати індивідуально налаштовані корпуси й елементи керування. Нові платформи на кшталт *Smart ArM* та кейси електроміографічного керування (sEMG) демонструють, що 3D-надруковані модулі або протези можуть бути носіями для інтеграції вбудованих сенсорів і алгоритмів керування, що вкрай необхідно для поранених військових і людей з ампутаціями в цей період [6].

Наукова новизна дослідження

Попри наявність окремих прикладів використання 3D-друку в інклюзивних технологіях (тактильні накладки, адаптивні контролери, протезні адаптери), у літературі бракує систематизованого підходу до створення та оцінювання бібліотек таких елементів із підтвердженою ергономікою. Наш підхід спрямований на розроблення та апробування *point-of-care*-конвеєра, що дає змогу швидко проєктувати, друкувати й тестувати персоналізовані UI/UX-компоненти безпосередньо в клінічних або освітніх умовах.

Запропонований підхід дасть змогу суттєво скоротити час та витрати на розроблення інклюзивних UI/UX-рішень завдяки використанню технологій 3D-друку.

Практичне застосування результатів полягає у створенні персоналізованих тактильних накладок, адаптивних контролерів та протезних елементів, які можуть виготовлятися безпосередньо в клінічних, освітніх або побутових умовах. Це відкриває можливість оперативного налаштування інтерфейсів під потреби конкретного користувача, підвищує рівень його автономності та комфортності взаємодії з цифровими системами. Крім того, результати можуть бути застосовані для розроблення *open-source*-бібліотек адаптивних елементів, що сприятиме стандартизації інклюзивного дизайну та поширенню доступних технологій.

Висновки

Упровадження технологій 3D-друку в проектуванні інклюзивних UI/UX-рішень демонструє високий потенціал у підвищенні доступності та зручності взаємодії з інформаційними системами для людей з обмеженими можливостями, зокрема з пораненими військовослужбовцями. Інтеграція FDM, SLA та SLS-друку в *point-of-care*-середовищах допомагає скоротити цикл розроблення з тижнів до кількох днів, забезпечуючи швидку ітерацію та персоналізацію елементів інтерфейсу. Реальні приклади свідчать, що поєднання інженерних, дизайнерських і медичних підходів у межах управління проєктами сприяє створенню ефективних та економічно доцільних інклюзивних технологій. Подальший розвиток цього напрямку може бути спрямований на стандартизацію бібліотек 3D-моделей, покращення методів оцінювання ергономіки та розширення інтеграції сенсорних і керуючих модулів у надруковані вироби.

Література

1. ISO 9241-210:2019 Ergonomics of human-system interaction – Human-centred design for interactive systems. Geneva: ISO, 2019
2. Karliner, L.S., et al. (2023). 3D Printing in a Hospital: Centralized Clinical Implementation and Applications for Comprehensive Care. *ResearchGate*. Retrieved from:
https://www.researchgate.net/publication/376679871_3D_Printing_in_a_hospital_Centralized_clinical_implementation_and_applications_for_comprehensive_care
3. Tymrak, B.M., Kreiger, M., & Pearce, J.M. (2014). Mechanical properties of components fabricated with open-source 3D printers under realistic environmental conditions. *Materials & Design*, 58, 242–246. Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/260315109_Mechanical_Properties_of_Components_Fabricated_with_Open-Source_3D_Printers_Under_Realistic_Environmental_Conditions

4. Shinohara, K., & Wobbrock, J.O. (2011). In the shadow of misperception: Assistive technology use and social interactions. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/221518188_In_the_shadow_of_misperception_Assistive_technology_use_and_social_interaction
5. Enable Community Foundation. Open Source 3D Printed Prosthetics. Retrieved from: <https://enablingthefuture.org>
6. Saravanan H., Mohamad Z. (2024). Development of 3D Printed Prosthetic Arm for Transradial Amputees. *American Journal of Scientific and Educational Research*. AJSER-198.

КОНЦЕПЦІЯ СТІЙКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УРБАНІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

The thesis explores the resilience of urban information infrastructure under uncertainty. The key components of resilience are identified: reliability, cybersecurity, adaptability, and resilience. The challenges of the urban environment are outlined and a model integrating smart city technologies is proposed.

Стійкість інформаційної інфраструктури міста (МІІ) розглядається як здатність системи протистояти зовнішнім і внутрішнім загрозам, забезпечувати безперервність функціонування та оперативне відновлення після збоїв. Закон України «Про критичну інфраструктуру» (2021) визначає, що МІІ охоплює інформаційні системи й телекомунікації, які є критично важливими для життєдіяльності міста [1]. У контексті урбанізації для забезпечення стійкості необхідно зважати на технічні, організаційні та соціальні фактори.

Міське середовище визначається високим рівнем взаємозалежності між інформаційними системами, транспортом, енергетикою та іншими видами інфраструктур. Це підвищує ризики, пов'язані з кіберзагрозами, природними катастрофами та соціально-економічними потрясіннями. Як зазначають Shi та ін. (2021), стійкість міських систем варто розглядати крізь призму теорії складних адаптивних систем, де невизначеність є найважливішим чинником [3].

Основні компоненти стійкості МІІ

- *Технічна надійність* – безперебійне функціонування апаратного та програмного забезпечення, зокрема з телекомунікаційними мережами [1].
- *Кібербезпека* – захист від кіберінцидентів, кількість яких, за інформацією CERT-UA, 2024 року зросла на 69,8 %, переважно в урядових і телекомунікаційних системах [5].
- *Адаптивність* – використання технологій штучного інтелекту та глибокого навчання для ефективного реагування на нові виклики [5].
- *Відновлюваність* – швидке відновлення функціонування після збоїв відповідно до підходів *NIST Cybersecurity Framework 2.0* (функції *Respond* та *Recover*) [2].

– *Інтеграція з міським управлінням* – координація з іншими критичними інфраструктурами для формування цілісної системи стійкості.

Виклики в урбанізованому середовищі

– Складність прогнозування через невизначеність зовнішніх факторів (воєнні конфлікти, кібератаки, кліматичні зміни, економічні кризи) [3].

– Обмеженість фінансових і технічних ресурсів для впровадження передових технологій.

– Необхідність збалансованого поєднання безпеки, ефективності та доступності інформаційних сервісів в умовах зростання кіберінцидентів [5].

Концептуальна модель стійкості МІІ основана на інтеграції правових засад сучасних технологічних рішень (*IoT, big data, AI*), кількісних методів оцінювання ризиків [4] та міжнародних стандартів. Водночас ключовим елементом моделі є принцип прозорості, що передбачає постійний моніторинг стану інфраструктури, оперативне інформування користувачів про інциденти та ефективну комунікацію з громадянами. Це не лише підвищує рівень захищеності систем, а й формує довіру до цифрових міських сервісів, яка нині визначається одним із ключових факторів стійкості інформаційної інфраструктури в урбанізованому середовищі.

Структурно модель містить три взаємопов'язані рівні: *моніторинг, прогнозування та реагування*. Важливу роль відіграють технології «розумного міста», зокрема *IoT* та системи глибокого навчання, які забезпечують моніторинг у режимі реального часу й автоматизоване реагування на інциденти. Проте для досягнення комплексної стійкості недостатньо лише технологічних рішень – необхідне створення системних алгоритмів оцінювання ризиків і управління ними, що поєднують технічні, організаційні та соціальні аспекти функціонування міської інформаційної інфраструктури.

Кількісний аналіз стійкості, запропонований О. Третьяковим та ін. (2025), дає змогу моделювати ризики та оцінювати адаптивність систем, що є особливо важливим для міських умов [4]. Використання концепції складних адаптивних систем забезпечує врахування взаємозалежностей між окремими компонентами інфраструктури.

Висновок

Концепція стійкості інформаційної інфраструктури в урбанізованому середовищі вимагає комплексного підходу, що поєднує правові засади, сучасні технології, кількісні методи оцінювання та міжнародні стандарти. Забезпечення

стійкості МІІ є критично важливим для функціонування сучасних міст в умовах невизначеності.

Література

1. Про критичну інфраструктуру: Закон України від 16.11.2021 № 1882-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>
2. NIST Cybersecurity Framework 2.0. National Institute of Standards and Technology, 2024. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/CSWP/NIST.CSWP.29.pdf>
3. Y. Shi et al. Assessment methods of urban system resilience: From the perspective of complex adaptive system theory. *Cities*, 2021, Vol. 112, 103141. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103141>
4. Tretyakov, O., et al. Methodology for quantitative assessment of critical infrastructure resilience, 2025. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3925/short05.pdf>
5. P. Wu et al. Deep learning solutions for smart city challenges in urban development. *Scientific Reports*, 2024, Vol. 14, No. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55928-3>

НОРМАЛІЗАЦІЯ ПОЗИЦІЙНИХ ЗАДАЧ У ТЕОРІЇ ІГОР

A method is proposed for reducing positional (dynamic) problems of game theory with perfect information to static problems of matrix games in normal representation form. For this type of problems, Nash equilibrium is analyzed. Nash equilibrium strengthening is proposed. The application of the proposed method is analyzed on the basis of a model example.

Виклад основного матеріалу

Здебільшого після статичного аналізу математичної моделі опису конфліктної ситуації як матричної гри в нормальній формі подання виникає потреба розглянути цю гру вже як позиційну (динамічну) в розгорнутій формі запису.

Гравці взаємодіють між собою в часі та повідомляють рішення щодо власної поведінки залежно від інформації про рішення, які приймають чи прийматимуть інші гравці, унаслідок чого починає утворюватись ієрархічність (черговість ходів) ігрової моделі.

Іншими словами, приймаючи рішення з власної поведінки, кожен гравець може мати інформацію про рішення, які прийняли інші учасники.

Така можливість переводить теоретико-ігрову модель із статичної до позиційної форми подання. Оскільки статичні ігри більш досліджені, то виникає доцільність зведення розв'язку розширеної позиційної задачі до статичної матричної гри в нормальній формі подання.

Для розгляду візьмемо ігри, що містять взаємодію гравців у часі. На відміну від статичних ігор, тут гравці взаємодіють один з одним, реагуючи на стратегії поведінки, які прийняті учасниками раніше.

Тобто гравець може обирати власну стратегію поведінки за умови відомої інформації про рішення, які прийняли інші учасники. Такий тип ігор прийнято називати динамічними з досконалою інформацією.

Нормальна форма подання матричної гри має такий вигляд:

$$G = \left\{ (A, B), (\{A_1, A_2, \dots, A_m\}, \{B_1, B_2, \dots, B_n\}), (C_A, C_B) \right\},$$

де (A, B) – гравці;

$(\{A_1, A_2, \dots, A_m\}, \{B_1, B_2, \dots, B_n\})$ – чисті стратегії гравців;

(C_A, C_B) – платіжні матриці гравців.

У динамічному варіанті гри з досконалою інформацією кожен гравець перед початком повідомляє обрану ним стратегію поведінки. Процес гри здійснюється та контролюється за цим планом, що забезпечує перехід до ігор статичного класу.

У такий спосіб здійснюється перехід до ієрархічного варіанта матричної гри. Згідно з правилом гри крок за кроком реалізуються відомі ланцюги стратегій поведінки її учасників. З огляду на ці ланцюги здійснюються ходи гравців. Коли послідовність кроків приведе до кінцевої вершини ланцюга, гравці отримають відповідну винагороду. Такий підхід забезпечує інтерпретацію динамічної гри як статичної.

Описаний алгоритм дає змогу розглядати розгорнуту форму динамічної гри з досконалою інформацією як гру в нормальній формі.

Модельний приклад

У сформованій команді для реалізації ІТ-проєкту часто складається ситуація, що двоє її членів по-різному бачать підходи до створення кінцевого продукту. Водночас кожен з них має значний досвід розроблення аналогічних програмних продуктів чи сервісів у різних командах. Для ефективного розв'язання зазначеної ситуації пропонуємо скористатися підходами, властивими для матричних ігор, вважаючи кожного з цих членів команди гравцем.

Використання концепції першого члена команди для створення програмного продукту може бути позитивно оцінено в $r(r > 0)$ -одиниць, а пропозиція другого члена команди оцінюється в $t(t > 0)$ – деяких умовних одиниць.

Прийmemo, що умовна користь застосування інших пропозицій рівна нулю. Команда розробників матиме додаткову позитивну користь $s(s > 0)$ у разі впровадження пропозиції першого гравця, що дає змогу запозичити досвід попередньої команди розробників, яка працювала на цій самій фірмі. Для прийняття оптимального рішення для отримання найбільшої вигоди скористаємося розрахунками, поданими нижче.

Маємо типову матричну гру. Перший гравець A висунув першу пропозицію. Другий гравець B – другу пропозицію. Кожен із гравців має

по дві стратегії: використати першу пропозицію A_1, B_1 або другу – A_2, B_2 .
Отже, $A = [A_1, A_2]$, $B = [B_1, B_2]$.

Відповідно до умови гри платіжні матриці для учасників рівні:

$$C_A = \begin{bmatrix} r & r+s \\ s & 0 \end{bmatrix}, C_B = \begin{bmatrix} t & s \\ t+s & 0 \end{bmatrix}.$$

Позиційний варіант модельної задачі містить передумову – перший гравець A виконує хід першим. Дерево гри зображено на рис. 1.

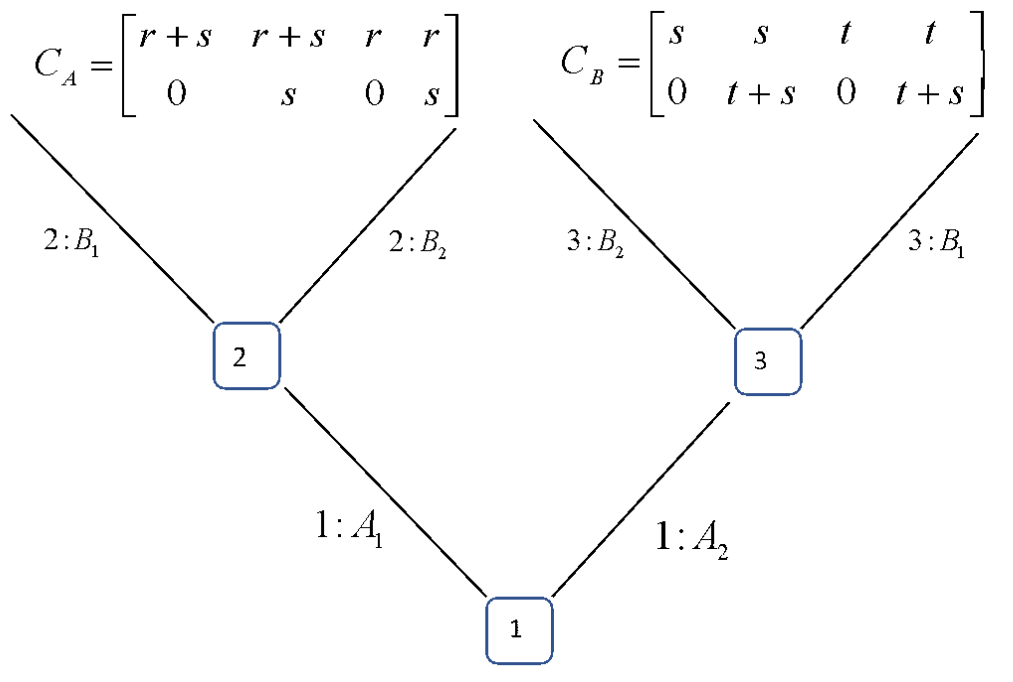


Рис. 1. Дерево динамічного варіанта гри

Вершини на дереві пронумеровані для зручності позначення чистих стратегій. Перший учасник A має в цій грі дві стратегії $A = [(1:A_1), (1:A_2)]$ у вершині 1. Другий гравець B має чотири стратегії у двох вершинах – 2 та 3. Кожна його стратегія визначає дію вже у двох вершинах. Другий гравець має такі стратегії:

$$B = [(2:B_1, 3:B_1), (2:B_1, 3:B_2), (2:B_2, 3:B_1), (2:B_2, 3:B_2)].$$

Платіжні матриці гравців у нормальній формі подання динамічного варіанта гри мають такий вигляд:

$$C_A = \begin{bmatrix} r+s & r+s & r & r \\ 0 & s & 0 & s \end{bmatrix}, C_B = \begin{bmatrix} s & s & t & t \\ 0 & t+s & 0 & t+s \end{bmatrix}.$$

Нормальна форма динамічного варіанта гри більш складна, ніж нормальна форма статичної гри. У грі з чотирма чистими стратегіями другий гравець матиме 16 чистих стратегій.

Розв'яжемо гру за умови $r < s$ та $t < s$. Дослідимо нову матричну гру на рівновагу. Маємо три точки рівноваги за Нешем: $(1,1)$; $(1,2)$; $(2,4)$.

Принцип рівноваги за Нешем у разі динамічних ігор загалом не дає задовільного результату з прогнозування результатів розв'язку гри. З огляду на це виникає доцільність посилення принципу рівноваги за Нешем.

Таке посилення можна виконати в такий спосіб. Припустимо, що в грі виконано декілька кроків. Залишену частину гри можливо розглядати як самостійну гру. В новій частині гравці можуть порушити раніше встановлені стратегії поведінки та вже не діяти за чітко визначеним протоком.

Поведінка в межах досконалої інформації може бути не вигідна гравцям. У такому разі вони віддають перевагу зміні власних стратегій на підставі вимоги динамічної узгодженості, сутність якої полягає в пошуку нових рівноважних стратегій, за умови яких у кожного гравця був би відсутній стимул змінити його в подальшій грі.

Література

1. Persson T., Tabellini G. Political Economics: Explaining Economic Policy. – Cambridge, MA: MIT Press, 2000. – 533 p.
2. McKelvey R. Game forms for Nash implementation of general social choice correspondences // Social Choice and Welfare. 2009. № 6. P. 139 – 156.
3. Nicherson D., Sandier T. Intertemporal incentive allocation in simple hierarchies // Mathematical Social Sciences. 2004. Vol. 7. № 1. P. 33 – 57.
4. Grigorian, T.G., Titov, S.D., Gayda, A.Y., Koshkin, V.K. A general game-theoretic approach to harmonization the values of project stakeholders 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 689. Springer.
5. Chernov, S., Titov, S., Chernova, L., Chernova, L., Trushliakova, A. The Behavior Antagonism in the IT Project Management SIST 2023 – 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, Proceedings, 2023, pp. 114–119.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІТ-ПРОЄКТАМИ

The theses are devoted to the analysis of IT project development in order to improve management processes that ensure the sustainability of these projects to changes in content. In the theses, the software development life cycle is considered together with the life cycle of organizational changes for the implementation of which IT projects are developed. A holistic consideration of the organizational structure of IT projects allows us to identify the features of the dynamics of such projects, together with the factor of loss of project sustainability and, as a consequence, failure to achieve its goals.

Існує відмінність між проєктами, що виконуються в компаніях, які спеціалізуються на розробленні програмного забезпечення, та ІТ-проєктами, що здійснюються в організаціях, для яких створення ПЗ не є ключовою компетенцією. Розглянемо саме такі проєкти.

ІТ-проєкти завжди пов'язані з деякими організаційними перетвореннями та виконуються для їх здійснення. Етапи життєвого циклу проєкту поділяються на частини, а саме ті, які виконуються на стороні замовника, і ті, що реалізуються на стороні підрядника. Найчастіше менеджмент зосереджується безпосередньо на розробленні ПЗ, незважаючи на організаційний складник проєкту. Отже, потенційні можливості, закладені в програмний продукт, не реалізуються, і до продукту висуваються нові вимоги, виконання яких не підвищує ефективності бізнес-процесів замовника.

Для успішного виконання ІТ-проєктів необхідні компетенції в галузі розроблення програмного забезпечення, володіння процесами та інструментами, що застосовуються в цих проєктах. Але основна проблема полягає в тому, що компанії, як правило, не володіють цими компетенціями. Це зумовлює безліч змін у змісті проєкту відповідно до того, як замовник поринає в тему розробки. Відмінність у вимогах суттєво впливає не тільки на терміни й вартість проєкту, а й на його якість, оскільки долучені такі механізми, як зниження мотивації в разі тривалої роботи, а також збільшення кількості дефектів, що припускають програмісти, які працюють під постійним тиском обмежених термінів [1]. Проте дослідження демонструють, що збільшення

трудовитрат на планування не призводить до зменшення тривалості проєкту. Тобто, доклавши додаткових зусиль до його планування, компанії, що спеціалізуються на розробленні ПЗ, можуть знизити трудовитрати на виконання проєкту та підвищити його якість.

Водночас компаніям, які замовляють ПЗ для того, щоб автоматизувати свої бізнес-процеси, створити додаткову цінність своїх традиційних продуктів або реалізувати нову бізнес-модель, знизити вплив невизначеності внаслідок більш ретельного планування виявляється, як правило, неможливо, і трудові витрати на планування тільки збільшують тривалість і вартість проєкту. Традиційні підходи до управління ІТ-проєктами не сприяють розв'язанню проблеми визначення вимог та, як наслідок, зростання тривалості та витрат проєкту. Крім того, ІТ-проєкти, замовником яких є організації, що не спеціалізуються на розробленні ПЗ, мають високі ризики недосягнення поставленої мети.

За окреслених умов актуальним є розроблення системи управління ІТ-проєктами, стійкої до змін змісту. Отже, дослідження зосереджено на необхідності розроблення системи управління ІТ-проєктом, але з огляду лише на ті її параметри, процеси та інструменти, що дають змогу досягати поставленої мети в умовах невизначеності вимог і, як наслідок, імовірних змін за змістом. Потреба управління змінами виникає практично в усіх проєктах. Метою заходів щодо управління змінами є утримання наслідків змін у проєкті у сфері допустимих для замовника витрат. *L. Brehm* та *M.L. Markus* організаційно виокремлюють в ІТ-проєкті частину, що виконується на стороні замовника, і частину, що реалізується на стороні підрядника [2].

Життєвий цикл підпроєкту, що здійснюється на стороні підрядника, зазвичай передбачає такі етапи [3]:

- аналіз;
- архітектура;
- дизайн;
- конструювання;
- інтеграція;
- тестування.

Перелічені етапи є такими, що перекриваються, і залежно від підходу до постачання продукту проєкту можуть бути ітераційними, інкрементними, а також припускати різний хронологічний порядок етапів життєвого циклу. Підпроєкт, що виконується на стороні замовника, передбачає етапи життєвого

циклу, докладно описані в літературі, присвяченій автоматизації бізнес-процесів [4]. Насамперед це:

- концептуалізація (бізнес-кейс);
- конфігурація (докладний опис складу продукту);
- розгортання;
- передача в операційну діяльність.

Оскільки, як зазначено вище, ІТ-проекти завжди пов'язані з організаційними змінами, вони схильні до дії невизначеності, властивій таким проектам. Цілі проектів організаційних змін, як правило, не є чітко встановленими або можуть змінюватися. З іншого боку, методи реалізації проекту часто або спочатку не визначені, або потребують постійного уточнення під час виконання робіт.

Крім того, етапи життєвого циклу ІТ-проекту, що виконуються на стороні замовника та підрядника, істотно відрізняються за термінологією, застосованим інструментарієм і вимагають різних компетенцій від колективу проекту. Ця проблема ускладнює комунікацію між командами на стороні замовника та підрядника та не дає змогу визначити зміст проекту на початкових стадіях таким чином, щоб мінімізувати зміни в процесі розроблення.

У цих умовах менеджмент має спрямовувати зусилля, очевидно, не так на розроблення більш якісного плану робіт, як на реалізацію системи управління проектом, стійкою до змін змісту. Під стійкістю розуміємо властивість системи управління проектом у разі виникнення розбіжності з планом створювати управляючий вплив, що забезпечує завершення проекту з відхиленням від поставленої мети на прийнятному для замовника рівні. Для побудови сталої системи управління проектом необхідно вивчити драйвери змін змісту та визначити рушійні сили проекту й фактори, що гальмують його реалізацію. Їх виявлення є необхідною умовою переходу від інтуїтивного прийняття рішень щодо коригувальних дій у проекті до прийняття рішень, що ґрунтується на фактах.

Дослідження стійкості проектів зазвичай стосуються стійкості розкладу, тобто в них порушуються питання побудови такого розкладу, за якого в разі виникнення затримок у виконанні робіт проект за наявності правильно розрахованих буферів повернеться з часом до виконання початку визначеного розкладу, а отже, завершиться у строк. Визначають такі варіанти поведінки проекту:

- після завершення дії збурювального фактора відхилення скорочується й виконання робіт повертається до початкового розкладу;

- відхилення, яке виникло внаслідок затримки роботи, не зменшується й не збільшується до кінця проєкту;
- збурення викликає відставання, що збільшується з часом і призводить до зміни строків проєкту, що перевищує величину початкової затримки.

Перший варіант розкладу проєкту іноді називають позитивно стійким, другий – нейтрально стійким, третій – нестійким [5]. Підхід до забезпечення стійкості проєкту, оснований на побудові стійкого розкладу, може здебільшого гарантувати відповідність тривалості проєкту до планової величини, проте тільки тоді, якщо відхилення від виконання за планом зумовлене зміною змісту проєкту. Для ІТ-проєктів тим часом зміна змісту є, як зазначено вище, однією з ключових причин виникнення відхилень від виконання за планом. Отже, побудова стійкого розкладу може розглядатися лише як один з інструментів побудови стійкої системи управління проєктом, але в жодному разі не єдиний.

Зауважимо, що виконання плану за тривалістю робіт є один з показників якості управління проєктом. Крім того, дотримання обмежень класичного проєктного трикутника не гарантує успішності організаційної зміни, для здійснення якої виконується ІТ-проєкт. Отже, система управління ІТ-проєктом має передбачати процеси моніторингу впливу, що надається продуктом, який розробляється, на цільову організаційну зміну, і прийняття рішень про внесення змін до змісту за умови відхилення виявленого впливу від бажаного. У цьому разі використовується безперервний моніторинг метрик продукту.

Для дослідження стійкості системи управління проєктом необхідно проаналізувати фактори, що впливають на динаміку проєкту, та наявні в системі управління позитивні (підсилювальні) та негативні (балансувальні) зворотні зв'язки. Найчастіше на проєкт впливають одночасно два види зворотних зв'язків, і в разі питання стійкості системи управління проєктом виявляється неочевидним. Як приклад можна розглянути ситуацію в проєкті організаційної зміни або в програмі трансформації бізнесу, коли керівництво прагне здійснити швидкі перетворення для досягнення ранніх результатів, що має знизити опір учасників проєкту, але в цьому разі учасники проєкту можуть бути не готові до швидких змін, і тому їхній опір зростатиме.

Література

1. Thakurta R. Impact of Scope Creep on Software Project Quality. Vilakshan XIMB J. Manag. 2013, V. 10, I. 1.
2. Brehm L., Markus M.L. The divided software life cycle of ERP packages // Proceedings of 1st Global Information Technology Management (GITM) World Conference, 2000. P. 43–46.
3. PMI. Software Extension to the PMBOK Guide, Fifth Edition. Project Management Institute, 2013, I. 5. 268 p.
4. Portougal V., Sundaram D. Business processes: operational solutions for SAP implementation. Hershey, PA: IIRM Press Publ., 2006. 329 p.
5. Swartz S.M. Managerial perceptions of project stability. Proj. Manag. J. 2008. T. 39. № 4. P. 17–32.

АНАЛІЗ ІТ-ПРОДУКТІВ ЗА КРИТЕРІЄМ МАРКЕТИНГОВИХ ЗАСОБІВ ПРОСУВАННЯ

The report examines the classification of IT products based on the criteria of marketing promotion activities. Attention is focused on the differences between aggressive and customer-oriented strategies. The influence of the type, complexity and target audience of the product on the choice of approach is analyzed, and a comparative table is proposed that allows you to adapt marketing activities to the specifics of IT solutions.

Класифікація ІТ-продуктів за маркетинговими заходами є важливим складником розроблення ефективної стратегії просування на ринку. Різні типи ІТ-рішень мають неоднакові технічні характеристики, цільові аудиторії, складність упровадження та рівень зрілості. Відповідно, необхідно, щоб маркетингові інструменти та підходи були адаптовані до особливостей конкретного продукту [1].

Наприклад, продукти масового споживання на зразок мобільних застосунків або хмарних сервісів часто потребують широкого охоплення, акценту на візуальному складнику та спрощеній формі презентації цінності. Водночас системи корпоративного рівня, такі як ERP або програмне забезпечення управління проєктами, вимагають персонального підходу, технічної деталізації та довгострокового супроводу клієнта.

У процесі просування важливо брати до уваги, на якому етапі розвитку перебуває продукт: для нових розробок важливим є формування довіри, пояснення функціоналу й переваг, тоді як зрілі продукти з відомим брендом можуть просуватися внаслідок розширення каналів і програми лояльності [2].

Залежно від потреб ринку, типу ІТ-продукту та поведінки користувачів можна застосовувати два різних за сутністю маркетингових підходи: агресивний та клієнт-орієнтований [3].

Агресивний маркетинг оснований на нав'язуванні продуктів потенційним споживачам. У цьому разі компанія намагається створити попит способом активного рекламного впливу, навіть якщо продукт не відповідає реальній потребі клієнта. Такі кампанії використовують яскраві меседжі, обмежені пропозиції, психологічний тиск або FOMO-ефект. Мета такого підходу – стимулювати швидке прийняття рішення.

Клієнт-орієнтований підхід, навпаки, полягає у вивченні справжніх потреб користувача ще до розроблення або виведення продукту на ринок. Компанія аналізує запити, проводить інтерв'ю, тести, опитування та дослідження поведінки клієнтів. На підставі цієї інформації створюється продукт, що розв'язує конкретну проблему цільової аудиторії [4]. Основна різниця між зазначеними підходами полягає у фокусі: агресивний маркетинг орієнтований на продаж за будь-яку ціну, а клієнт-орієнтований – на довгострокову взаємодію з клієнтом і побудову лояльності.

Агресивна модель часто застосовується до товарів масового споживання або продуктів, що мають нетривалий життєвий цикл, де важливе миттєве охоплення. Натомість клієнт-орієнтований підхід краще підходить для ІТ-рішень, які вимагають упровадження, навчання або налаштування, тобто для складних, професійних або нішевих систем.

Щоб визначити, який підхід більш ефективний для конкретного продукту чи проєкту, необхідно зважати на тип продукту, тривалість його життєвого циклу, складність упровадження, вартість і поведінку цільової аудиторії. Наприклад, якщо йдеться про мобільний застосунок для розваг або фітнесу, агресивна реклама в соцмережах і безкоштовний доступ можуть дати швидкий результат. Однак для програмного забезпечення управління ризиками портфелів наукових проєктів агресивний підхід є неефективним – його клієнти шукають складне рішення під конкретне завдання, вимагають демонстрацій, підтримки, довіри до бренду. Тому для B2B-продуктів, наприклад, у сфері управління будівництвом, ERP, логістикою або аналітикою, оптимальним є клієнт-орієнтований підхід з детальним вивченням потреб компаній та індивідуальними презентаціями. Тоді як антивіруси, VPN-сервіси або ігри можуть ефективно просуватися за допомогою агресивної моделі з огляду на обмежені пропозиції або високочастотну рекламу.

У табл. 1 подано порівняльний аналіз типів ІТ-продуктів, рекомендованих маркетингових заходів та відповідної стратегії маркетингу.

Правильний вибір підходу підвищує як ефективність маркетингу, так і результативність проєкту щодо забезпечення його успішного завершення завдяки зниженню витрат на залучення клієнтів і збільшенню рівня задоволеності користувачів.

Крім того, вибір між агресивним маркетингом і клієнт-орієнтованим підходом має ґрунтуватися на глибинному розумінні ринку, поведінки цільової аудиторії та складності самого рішення.

Таблиця 1. Стратегії маркетингу для різних типів ІТ-продуктів

Тип ІТ-продукту	Маркетингові заходи	Рекомендована стратегія
ERP-системи (B2B)	Галузеві виставки, кейси, персональні демо, email-маркетинг	Клієнт-орієнтований підхід
CRM-системи для бізнесу	Лідогенерація, вебінари, демо, аналітичні статті	Клієнт-орієнтований підхід
Мобільні застосунки (B2C)	Таргетована реклама, App Store SEO, інфлюенсери, гейміфікація	Агресивний маркетинг
Хмарні сервіси (Dropbox, Google Drive)	SMM, SEO, email-розсилки, безкоштовні пробні періоди	Агресивний маркетинг
BIM/CAD-програми	Професійні форуми, презентації, технічна документація	Клієнт-орієнтований підхід
Інструменти аналітики (BI)	Публікації white papers, кейси використання, демонстрації	Клієнт-орієнтований підхід
Прості таск-менеджери (Trello, Notion)	SMM, відеоінструкції, реферальні програми	Агресивний маркетинг
Антивірусне ПЗ	Контекстна реклама, порівняльні огляди, обмежені пропозиції	Агресивний маркетинг
Планувальники проєктів (MS Project)	Навчальні курси, галузеві огляди, професійні рецензії	Клієнт-орієнтований підхід
SaaS-продукти для малих бізнесів	Email-маркетинг, безкоштовна реєстрація, воронка продажу	Змішаний підхід з акцентом на клієнта

Подана класифікація дасть змогу ефективно комбінувати маркетингові інструменти для досягнення бізнес-цілей, збільшення впізнаваності бренду, залучення лідерів і підвищення рівня задоволеності користувачів.

Література

1. Орел А.М., Снігур В.М., Кравченко С.Ю. (2025). Тактичне планування та управління маркетингом ІТ-продуктів. *Успіхи і досягнення у науці. Серія «Соціальні та поведінкові науки»*, 1(11). 1009–1019. [https://doi.org/10.52058/3041-1254-2025-1\(11\)-1009-1019](https://doi.org/10.52058/3041-1254-2025-1(11)-1009-1019)
2. Шайволодян Р. Ш. (2024). Особливості маркетингу ІТ-продуктів. *Тези доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції Project, Program, Portfolio Management. P3M-2024*. м. Одеса, 6–7.12.2024. 1, 141–144. URL: https://drive.google.com/file/d/1D8e68VuIxxuPNUAkq56OBzGVh8WlHfX/view?usp=drive_link. <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.15165174>

3. Звягінцева О. Б., Іванцова Н. Б., Вербіна Ю. В., Євдокимова Н. О. (2020). Теоретико-методологічні засади стратегічного маркетингу в сфері інформаційних технологій. *Монографія. Варшава: RS Global Sp. Z.O.O*, 74. DOI:10.31435/rsglobal/009
4. Шайволодян Р.Ш., Михелєв І.Л. (2025). Унікальна цінність ІТ-продукту як елемент управління маркетингом. *Управління проєктами у розвитку суспільства. Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей* : КНУБА, 338–342.
5. Петренко, Л. М., Ніжегородцев, В. О., & Дубініна, А. В. (2023). Особливості застосування інтернет-маркетингу на ринку ІТ-технологій. *Збірник наукових праць Державного податкового університету*, 1, 49–62.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА АДАПТАЦІЇ НОВАЧКІВ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

The concept of an automated newcomer onboarding system is presented, combining a data extraction and transformation module, an intelligent personalized route engine, assessment tools, and an interactive dashboard for KPI monitoring. Improving the onboarding of newcomers to the team helps reduce time to productivity, increase engagement, and reduce staff turnover.

Процес адаптації нових співробітників (онбординг) відіграє одну з ключових ролей у забезпеченні ефективності організаційних систем і конкурентоспроможності підприємств. Грамотно спроектована система онбордингу сприяє більш швидкому входженню працівника в продуктивний режим роботи, зменшенню рівня стресу та підвищенню мотивації.

Основною причиною того, що 20% новачків звільняються в перші 45 днів, є не їхня неспроможність впоратися із завданнями, а неможливість пристосуватися до нового колективу та знайти друзів на робочому місці [1, 2]. У стані стресу, який зараз переживає суспільство, адаптація до нового колективу відбувається ще складніше.

Традиційні процедури онбордингу часто виявляються тривалими та ресурсомісткими, що призводить до затримок у досягненні продуктивності новачками та підвищеного рівня плинності кадрів. Ефективні програми онбордингу забезпечують збільшення утримання нових співробітників на 52% та зростання їхньої продуктивності на 60% [1].

Згідно з дослідженнями [1] до 30% часу новий співробітник витрачає на ознайомлення з організаційними процесами та інструментами, не виконуючи продуктивну роботу. Висока конкуренція за таланти в ІТ-сфері зумовлює необхідність прискореного онбордингу з мінімізацією втрат ефективності. Інтелектуальні системи, здатні адаптувати освітні траєкторії та взаємодію з корпоративними ресурсами в реальному часі, забезпечать стандартизацію та якість процесів залучення новачків.

Застосування методів штучного інтелекту під час адаптації може значно скоротити часові й фінансові витрати, підвищити якість навчання та комунікації нових учасників команди. Крім того, такий підхід забезпечує комфортну

адаптацію новачків у онлайн-форматі, що нині дуже актуально для значної кількості працівників.

Метою дослідження є розроблення автоматизованої системи адаптації новачків на основі штучного інтелекту, здатної формувати персоналізовані маршрути онбордингу з огляду на технічні та «м'які» компетенції. Оцінювання результативності системи базується на порівняльному аналізі ключових показників продуктивності та рівня задоволеності новачків до й після використання розробленого рішення.

Процес інтеграції нового працівника в організацію відіграє визначальну роль у його рішенні залишитися в компанії або відмовитися від подальшої співпраці. У разі ефективно реалізованої адаптації спостерігається зростання рівня залученості співробітників, покращення їхньої продуктивності, підвищення лояльності до компанії та зменшення плинності кадрів.

Згідно з опитуванням, проведеним *BambooHR*, 89% співробітників повідомили, що ефективний процес адаптації значно підвищив їхню залученість до роботи. Крім того, ці співробітники у 30 разів частіше відчують високий рівень задоволеності від роботи порівняно з тими, хто вважав процес адаптації неадекватним [3]. 70% нових працівників протягом першого місяця вирішують, чи підходить їм робота, 29% – вирішують це навіть упродовж першого тижня [3]. Це свідчить про важливість ефективного процесу адаптації з перших днів.

Нові працівники демонструють приблизно 25% від повної продуктивності в перший місяць, до 50% – у другий та 75% – у третій, а повний рівень продуктивності зазвичай досягається після восьми місяців [4].

До 37% компаній визнають, що саме організація дистанційного онбордингу викликає найбільші труднощі [4]. Оскільки особиста адаптація і без того може бути непростю, додатковий бар'єр відсутності фізичного контакту значно ускладнює її ефективність. Саме тому для віддалених команд надзвичайно важливі чітко структуровані адаптаційні плани.

Результати наведених досліджень свідчать про те, що якісно організований процес онбордингу має не лише короткостроковий ефект, а й забезпечує тривалі переваги для організації.

Проектування автоматизованої системи адаптації новачків до команди передбачає комплексне опрацювання як методологічних, так і технологічних аспектів організації онбордингу.

На початковому етапі здійснюється формалізація моделі процесу адаптації, яка ґрунтується на побудові структури ролей та завдань. Така структура передбачає опис та взаємозв'язки компетенцій, необхідних

знань і навичок, інструментів роботи, а також нормативних часових показників для виконання кожного елемента адаптаційної програми.

Для контролю прогресу вводиться система контрольних точок, кожна з яких є етапом оцінювання готовності новачка до переходу на наступну фазу роботи. Такі точки ґрунтуються на результатах виконання практичних завдань, проходження тестувань і виконання пробних проєктів.

Архітектура автоматизованої системи онбордингу побудована за модульним принципом, що забезпечує масштабованість та інтегрованість у корпоративну інфраструктуру. Склад системи містить:

- ETL-модуль, що відповідає за агрегацію та уніфікацію даних із HRM-систем, систем управління навчанням (LMS) і трекерів завдань;
- модуль штучного інтелекту, що аналізує індивідуальні профілі співробітників і формує персоналізовані маршрути онбордингу. Використання методів *online-learning* дає змогу системі безперервно оновлювати параметри адаптаційної програми на основі нової інформації;
- модуль візуалізації, який надає керівникам інтерактивні інструменти для моніторингу;
- модуль оцінювання, що розраховує інтегральні показники готовності працівника до самостійної діяльності.

Інтеграційний рівень системи забезпечує обмін даними з HR API для отримання профілів новачків, з LMS для отримання результатів тестувань та з інструментами проєктного менеджменту (наприклад, *Jira*) для аналізу продуктивності.

Особливу роль у підтримці нових співробітників відіграє комунікаційний модуль, який реалізовано у вигляді чат-бота з вбудованою системою оброблення природної мови (NLP). Цей інструмент забезпечує миттєві відповіді на запитання новачків, автоматично передає найчастіше обговорювані теми в базу знань та сповіщає керівників у разі відхилення працівника від запланованого графіка адаптації.

Для моніторингу ефективності впроваджено інтерактивний дашборд, що відтворює ступінь завершення чек-листів, темп набуття навичок і прогнозований час досягнення повної готовності до самостійної роботи.

Загальна схема побудови автоматизованої системи адаптації новачків зображена на рис. 1.

Система також розраховує ключові показники ефективності (KPI):

- 1) час повної адаптації;
- 2) якість виконання завдань;

3) рівень задоволеності процесом онбордингу, визначений за результатами опитувань.

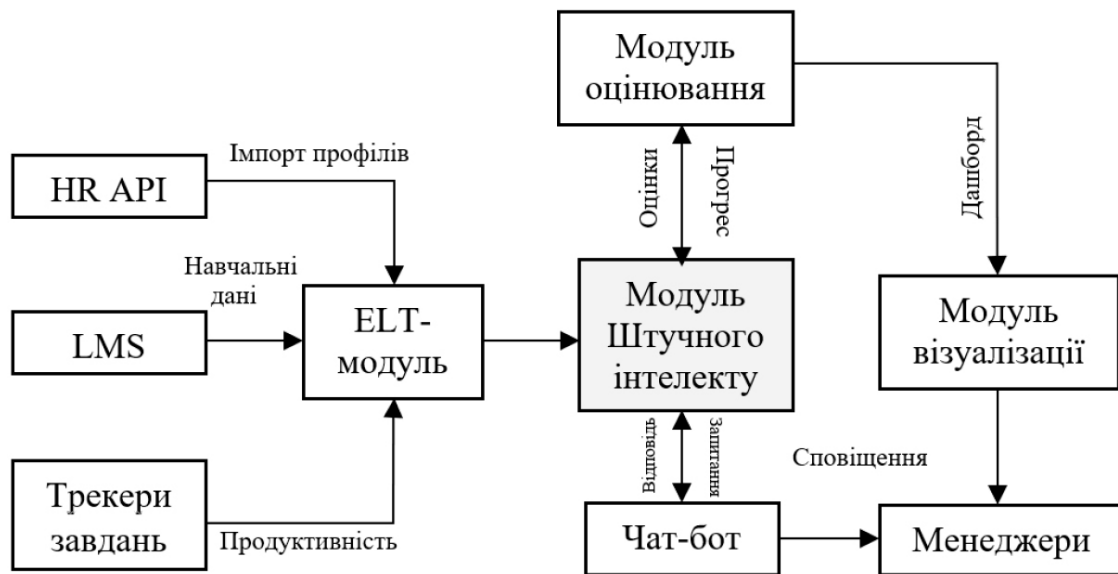


Рис. 1. Загальна схема побудови автоматизованої системи адаптації новачків

Тестування коректності роботи розробленої системи онбордингу передбачає формування двох груп: контрольної, що проходить традиційний процес адаптації, та експериментальної, яка взаємодіє із запропонованою системою. Порівняння результатів здійснюється за допомогою *t*-тестів для визначення статистично значущих відмінностей у середніх значеннях показників, а також багатофакторного дисперсійного аналізу для оцінювання впливу різних факторів на ефективність адаптації.

Запропонована автоматизована система адаптації новачків, спрямована на формалізацію моделі знань ролей, інтеграцію багатопотокових даних через модуль збирання й перетворення інформації та застосування *online-learning*, забезпечує підвищення ефективності онбордингу завдяки персоналізованим маршрутам підготовки.

Інтегрований NLP-модуль і система сповіщень покращують комунікаційну підтримку й сприяють ранньому виявленню відхилень. Водночас застосування чат-боту знижує навантаження на менторів, оперативно відповідаючи на типові запитання новачків.

Автоматичний аналіз показників продуктивності дає змогу виявляти проблемні місця в адаптації та оперативно коригувати план розвитку.

Інтеграція даних з HR, LMS і трекерів завдань забезпечує єдине інформаційне джерело для керівників з метою прийняття рішень.

Література

1. Devlin Peck. Employee Onboarding Statistics: Top Trends & Insights. – 2025. – URL: <https://www.devlinpeck.com/content/employee-onboarding-statistics>
2. Журан О., Лінгур Л., Філатова Т. Особливості управління персоналом в ІТ-сфері на засадах корпоративної соціальної відповідальності // Економіка та суспільство. – 2021. – №. 30. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-30-26>
3. Verlinden, N. 25 Employee Onboarding Statistics & Trends You Must Know in 2025. – 2025. URL: https://www.aihr.com/blog/employee-onboarding-statistics/?utm_source=chatgpt.com#Remote
4. HRChief. Onboarding Statistics for 2025. – 2025. – URL: https://www.hrchief.com/articles/onboarding-statistics?utm_source=chatgpt.com

ТИПОЛОГІЯ НЕЯВНИХ ЗНАНЬ ТА МЕХАНІЗМИ ЇХ ПЕРЕДАЧІ В КОМАНДАХ ПРОЄКТІВ МОРСЬКОЇ ГАЛУЗІ

This paper examines the role of tacit knowledge in maritime project management, emphasising its significance in dynamic and multicultural environments. It identifies four types – technical, procedural, social, and contextual – and analyses how each contributes to effective decision-making and team coordination. Drawing on practical examples from maritime project settings, the study explores key transmission methods, including mentoring, collaborative problem-solving, and informal interactions.

У контексті сучасної морської галузі, що визначається високим ступенем технічної складності, динамічністю та мультикультурним складом команд, **неявне знання** стає критично важливим чинником ефективності проєктного менеджменту. Ідеться про знання, ґрунтовані на особистому досвіді, інтуїтивному розумінні ситуацій, професійній майстерності, сформованих навичках і практиках, які важко передати або формалізувати за допомогою документів чи процедур.

Неявне знання полягає в умінні оперативно приймати рішення в нестандартних ситуаціях, злагоджено працювати в команді в умовах обмеженого часу або ризику, а також в ефективному управлінні ресурсами на основі глибокого контекстуального розуміння [1]. Зокрема в суднобудівних проєктах для модернізації портової інфраструктури або в логістиці морських перевезень саме неявні знання дають змогу фахівцям адаптуватися до мінливих умов та уникати помилок, не передбачених стандартними інструкціями.

У проєктному середовищі морської галузі неявне знання не є однорідним. Воно охоплює різні аспекти професійної діяльності й накопичується завдяки досвіду, спостереженню, неформальному навчанню та практичній взаємодії. Доцільно виокремити чотири основні типи неявного знання: **технічні, процедурні, соціальні та контекстуальні**, кожен з яких передається через специфічні канали.

Технічні неявні знання формуються внаслідок багаторічної практичної роботи з морськими системами, механізмами та обладнанням. Це інженерні інтуїції, які дають змогу фахівцям передбачати поведінку судна в різних

морських умовах, розуміти принципи функціонування складного навігаційного чи енергетичного обладнання, швидко реагувати в критичних ситуаціях [2]. Такі знання охоплюють глибоке розуміння властивостей морських матеріалів, їх поведінку в агресивному середовищі, а також навички ремонту та обслуговування в умовах обмеженого простору й ресурсів. Передача технічних неявних знань найефективніше відбувається за допомогою **наставництва, спільного виконання завдань, демонстрації на практиці та спостереженню** за роботою досвідчених фахівців.

Процедурні неявні знання стосуються інтуїтивного розуміння оптимальної послідовності дій під час виконання складних морських операцій, координації команди, прийняття рішень у стислі терміни. Досвідчені фахівці, навіть не маючи чіткого алгоритму, знають, як краще організувати роботу, скільки часу триватиме той чи інший етап, та які дії дадуть змогу уникнути типових помилок [3]. Вони здатні передбачити виникнення ризиків ще на ранніх стадіях проєкту та мають внутрішнє відчуття темпу й логіки процесів. Найкращими каналами передачі цього типу знань є **спільне розв'язання кейсів, робота в змішаних групах, аналіз практичних ситуацій**, а також **тренінги**, де старші фахівці передають молодшим знання за допомогою діалогу та спільної дії.

Соціальні неявні знання містять розуміння неписаних правил взаємодії в морській спільноті, корпоративної культури організації, а також специфіки міжособистісної комунікації в мультикультурному середовищі [4]. Досвідчені працівники вміють будувати довіру в колективі, ефективно керувати командою в умовах високого навантаження, а також мають соціальний капітал – знають, до кого звернутися в складній ситуації. Такі знання передаються здебільшого завдяки **неформальній комунікації** (розмови під час спільних перерв, неофіційні зустрічі), **участі в культурних заходах організації, командній активності**, а також **залученню нових членів до вже сформованих професійних спільнот**.

Контекстуальні неявні знання відтворюють розуміння ширшого операційного середовища: регіональної специфіки морських басейнів, регуляторних вимог, економічних умов, екологічних обмежень та особливостей реалізації проєктів у різних частинах світу. Такі знання допомагають адаптувати проєктні рішення до реальних зовнішніх обставин. Вони формуються внаслідок участі в багатьох проєктах у різних регіонах, у взаємодії із замовниками, підрядниками та регуляторами. Цей тип знань передається за допомогою **розповідей про реальні кейси, мультикультурних тренінгів, аналізу**

помилки і «вивченню уроків», а також спільної участі в міжрегіональних чи транснаціональних проєктах, де нові учасники можуть навчатися від досвідчених колег.

Розглянемо прояви неявних знань у проєктах морської галузі (табл. 1).

Таблиця 1. Типи неявних знань у проєктах морської галузі

Тип знання	Приклад у проєктах морської галузі	Спосіб передачі знання
Технічні неявні знання	У проєкті модернізації портового крана досвідчений механік передбачає проблеми з корозією металоконструкцій в агресивному морському середовищі та обирає спеціальні покриття без проведення стандартних тестів	Демонстрація на практиці під час інспекції обладнання, спостереження за процесом обрання матеріалів
Процедурні неявні знання	Під час управління проєктом будівництва офшорної вітроелектростанції досвідчений проєктний менеджер знає оптимальну послідовність монтажних робіт з огляду на сезонні вітри та припливи, що не відтворено в стандартних методологіях	Спільне планування проєкту в змішаних групах, аналіз попередніх проєктів разом з новими менеджерами
Соціальні неявні знання	У проєкті впровадження електронного журналу капітан відмовлявся його використовувати, доки консультант не показав, як це зекономить час у процесі перевірок	Неформальні розмови, спільне вирішення проблем, участь у культурі екіпажу, довіра через досвід
Контекстуальні неявні знання	У плануванні проєкту дноуглиблення в Суецькому каналі досвідчений консультант розуміє специфіку єгипетського регуляторного середовища, сезонні обмеження та геополітичні ризики, що впливають на терміни проєкту	Розповіді про аналогічні проєкти в регіоні, мультикультурні тренінги з регіональних особливостей

Варто наголосити, неявні знання є критично важливим чинником успішності морських проєктів. Кожен тип таких знань вимагає специфічних підходів до їх передачі. Комбінування різних каналів дає змогу забезпечити міграцію критично важливих знань у межах змішаних проєктних команд.

Отже, створення системи управління неявними знаннями в проєктних командах морської галузі потребує комбінувати різні канали передачі знань і зважати на особливості кожного типу для забезпечення ефективного функціонування міждисциплінарних команд у динамічному морському середовищі.

Література

1. Kucharska W., Scott Erickson W. Tacit knowledge acquisition & sharing, and its influence on innovations: A Polish/US cross-country study. *International Journal of Information Management*. 2023. Vol. 71. 102647
2. Крамський С.О. Використання компетентнісного підходу при визначенні мінімального складу екіпажу судна. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2015. № 1 (1110). С. 134 –139.
3. Левикін В.М., Чала О.В. Формалізація неявного процедурного знання. *Радіoeлектроніка та інформатика*. 2016. № 1. С. 57 – 60.
4. Sharovara O.M. Justification of the necessity of Knowledge management convergence in multinational projects. *Управління розвитком складних систем*. 2019. Вип. 40. С. 12–16.

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДО УПРАВЛІННЯ ЗАЦІКАВЛЕНИМИ СТОРОНАМИ В ІТ-ПРОЄКТАХ

Modern IT projects involve multiple stakeholders, changing requirements, and rapid changes in scope. Traditional one-time requirements gathering and passive communication lead to conflicts, delays, and budget overruns. The authors propose an algorithm that integrates six system tools for managing requirements and stakeholders, ensuring flexible, transparent, and adaptive interaction, reducing risks, and optimizing project efficiency.

Сучасні проєкти стають дедалі складнішими, оскільки зростає кількість зацікавлених сторін, різноманітність вимог та швидко змінюється зовнішнє середовище. Традиційні підходи до управління стейкхолдерами базуються на одноразовому виявленні та пасивному підтриманні комунікацій, проте виявляються неефективними через динамічну природу ІТ-проєктів, що поєднують швидке розроблення продукту, часті релізи та багаторівневу інтеграцію з корпоративними системами. У таких умовах відсутність системного погляду на взаємодію між учасниками проєктної екосистеми призводить до численних конфліктів інтересів, затримок у прийнятті ключових рішень, перевищення бюджетних лімітів і, як наслідок, зниження конкурентоспроможності кінцевого продукту.

Системний підхід, який розглядає ІТ-проєкт як відкриту, динамічну систему, що взаємодіє із зовнішнім середовищем, пропонує інтеграцію методів системного аналізу, моделювання й адаптивного управління для формалізації процесів і забезпечення цілісності інформаційних потоків між підсистемами-стейкхолдерами [1]. Упровадження такого підходу дає змогу всебічно проаналізувати структуру проєкту, чітко визначити ролі, обов'язки та рівні впливу кожної групи учасників, а також забезпечити гнучке коригування управлінських заходів відповідно до змін профілю зацікавленості та впливу.

Метою цього дослідження є розроблення алгоритму впровадження системного підходу до управління зацікавленими сторонами ІТ-проєкту на основі шести інтегрованих інструментів – реєстру стейкхолдерів, карти впливу, матриці комунікації, матриці «влада – зацікавленість», агентно-орієнтованого моделювання та інтеграції з програмним забезпеченням для управління проєктами. Кожен із перелічених інструментів окремо широко

використовувався в практиці управління, але відсутня цілісна методологія їх послідовного застосування для забезпечення адаптивного та проактивного управління стейкхолдерами в проектному середовищі.

Системний підхід передбачає розгляд ІТ-проекту як відкритої системи, що містить множину підсистем-стейкхолдерів із власними цілями, ресурсами та каналами впливу [2]. Ключовим є забезпечення цілісності інформаційних потоків і зворотного зв'язку на всіх етапах життєвого циклу.

Одним із ключових інструментів є реєстр стейкхолдерів (*Stakeholder Register*), що формується як централізована база даних, яка містить унікальний ідентифікатор кожного стейкхолдера, його роль, рівень впливу та зацікавленості, канали комунікації та очікування. Це перший етап, що визначає якість подальшої взаємодії та сприяє системному підходу до аналізу ролей і впливів.

У сучасних ІТ-проектах інформація реєстру має бути доступна всім залученим користувачам у режимі реального часу. Для цього використовується централізована база даних з інтеграцією з іншими корпоративними системами або проектна платформа (*Jira, Asana*) з налаштованими полями та плагінами для зберігання метаданих стейкхолдерів.

Після початкового заповнення реєстру його перевіряють на повноту та відповідність дійсності. Стейкхолдери підтверджують свої дані, а неузгодженості усуваються за допомогою додаткових консультацій. Надалі реєстр оновлюється циклічно: щомісяця – ревізія основних атрибутів і каналів комунікації; після кожного етапу життєвого циклу (спринту, релізу) – перевірка зміни ролей і статусів; за запитом – у процесі виявлення нових груп або зміни структури організації.

Другий крок – це побудова карти впливу. Він є критичним етапом у системному аналізі стейкхолдерів ІТ-проекту, оскільки дає змогу формалізувати та візуалізувати динаміку взаємодії між зацікавленими сторонами, виявити ключові вузли впливу та вчасно встановити потенційні точки напруги [3]. Спочатку визначається множина вершин графа, де кожна з них відповідає конкретному стейкхолдеру або групі стейкхолдерів. Вершини поєднуються між собою відповідно до їх взаємного впливу. Також кожне ребро визначається вагою, що відбиває силу впливу: 0 – відсутність впливу, 1 – максимальний. Методика призначення ваг поєднує експертне оцінювання, опитування та аналіз історичних даних. Спрощений приклад карти впливу наведено на рис. 1.

Якщо вершин незначна кількість, як у нашому прикладі, то розмірами кола, товщиною та кольором ліній можна візуально показувати загальний

рівень впливу та його силу. Ця візуалізація ілюструє структуру взаємодії між ключовими стейкхолдерами ІТ-проєкту та є базою для подальшого аналізу «вузлів напруги» й розроблення адаптивних стратегій комунікації.

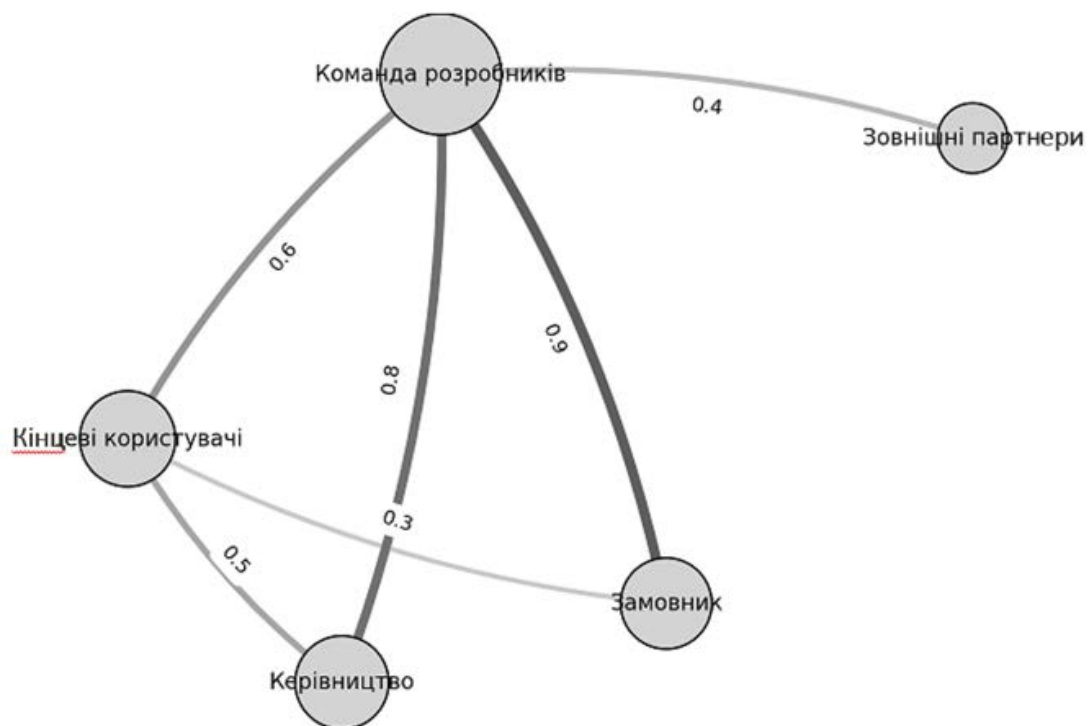


Рис. 1. Приклад карти впливу стейкхолдерів (*Influence Map*)

У разі побудови більш детальної карти впливу з великою кількістю вершин доцільно використовувати відповідні програмні засоби, зокрема *Gephi*, *yEd Graph Editor* та *NetworkX (Python)*. Вибір інструменту залежить від обсягу мережі, необхідності інтеграції з іншими системами та компетенцій команди.

Третій крок – матриця комунікації (*Communication Matrix*). Двовимірний масив, у якому по вертикалі – категорії стейкхолдерів, по горизонталі – методи й частота комунікації, а в комірках зазначено відповідальних виконавців і формат взаємодії (табл. 1).

Таблиця 1

Категорія стейк-холдера	Інструмент	Частота	Відповідальний	Коментарі
Внутрішній	Daily standup	Щодня	Scrum-Master	15 хв, онлайн Zoom
Зовнішній	Прототип-презентація	Щотижня	Бізнес-аналітик	Демонстрація MVP
Зовнішній	Формальний звіт	Щомісяця	Керівник проєкту	PDF+email, до 5-го дня

Матрицю формувати краще в *Jira*, *Confluence*, де кожна комірка поля пов'язана із завданням або підзавданням. Унаслідок зміни статусу елемента матриці автоматично генерується сповіщення через інтегровані *webhook* або плагіни (*Slack*, *Teams*). Налаштовуємо фільтри та дашборди, що відтворюють невиконані комунікаційні заходи. Крім того, доцільно використовувати плагіни для календарного планування (наприклад, *Team Calendars* у *Confluence*), що автоматично додають події в корпоративний календар.

Наступний крок роботи із стейкхолдерами – це їхня класифікація за матрицею «влада – зацікавленість» (*Power – Interest Grid*). Розміщення стейкхолдерів у квадрантах: «керувати тісно», «задовольняти», «інформувати», «моніторити» (рис. 2) [4]. Визначення пріоритетів управлінських дій і ресурсного забезпечення. Коригування плану комунікації та залучення відповідних інструментів.

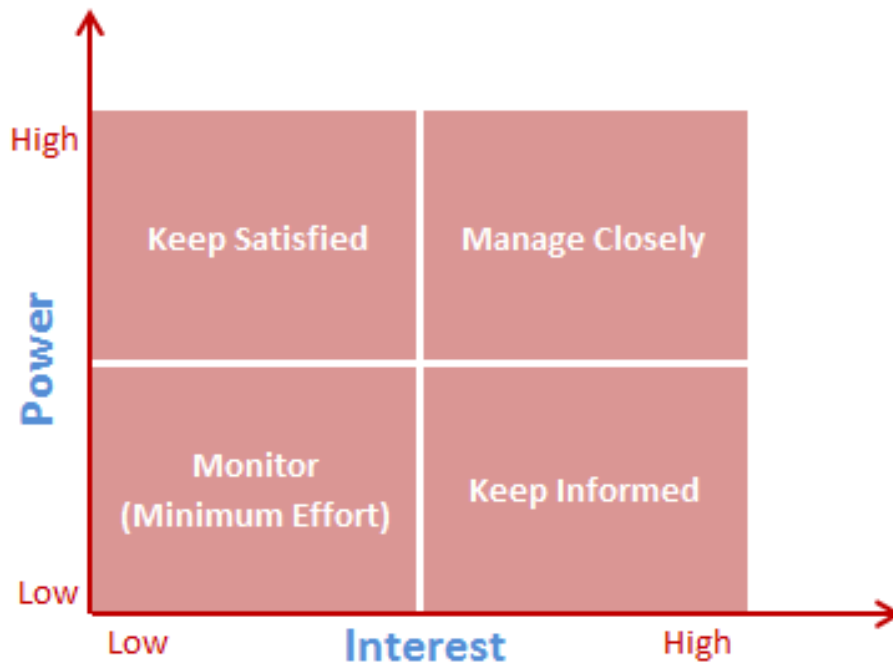


Рис. 2. Матриця стратегій поведінки «інтерес / вплив зацікавлених сторін», де:
keep satisfied – підтримка максимального рівня задоволеності;
monitor – спостерігати;
keep informed – інформованість;
manage closely – тісне співробітництво

Мета цієї процедури – визначити індивідуальні стратегії взаємодії з кожною групою учасників через формалізоване додавання їх до одного з чотирьох квадрантів.

Агентно-орієнтоване моделювання слугує потужним засобом для аналізу динаміки взаємодії стейкхолдерів у складних ІТ-проєктах способом емулювання їхньої поведінки в цифровому середовищі. У межах цього етапу будується віртуальна екосистема, де кожен учасник відтворюється як автономний агент із власними характеристиками та правилами взаємодії.

Агенти в моделі – класи осіб або груп з однорідними ролями й інтересами (замовник, менеджер, розробник, тестувальник, фінансовий директор тощо). Поведінка агентів формується за допомогою набору формальних правил, що визначають їхню реакцію на зовнішні стимули (час реакції на запит, готовність до компромісу, схильність до ескалації). Для перевірки стійкості системи агентів розробляють низку типових сценаріїв: затримка строків, зміна вимог, бюджетні зміни. Для агентно-орієнтованого моделювання використовують спеціалізовані платформи (наприклад, *AnyLogic*).

Після прогону серії симуляцій збирають ключові метрики: кількість ескалацій, середній час реакції, рівень незадоволеності агентів, відсоток зриву термінів. Визначають сценарії із найвищим ризиком конфліктності та рекомендації щодо зміни частоти / формату комунікацій або перерозподілу ресурсів. Отже, агентно-орієнтоване моделювання забезпечує глибоке розуміння внутрішньопроектних процесів, виявлення критичних точок напруги та формування адаптивних стратегій управління стейкхолдерами для мінімізації ризиків у складних ІТ-системах.

Підбиваючи підсумки, необхідно наголосити, що розглянутий алгоритм демонструє комплексний підхід до управління стейкхолдерами як невід’ємну частину системного аналізу ІТ-проєктів. Послідовність дій, від створення реєстру до інтеграції з інформаційними системами забезпечує формалізовану, прозору й адаптивну модель, здатну знижувати ризики конфліктів і підвищувати загальну ефективність реалізації проєкту. Такий підхід закладає основу для подальших досліджень у сфері автоматичної адаптації стратегії взаємодії з огляду на аналіз реальних показників у режимі реального часу. Запропонований алгоритм дає змогу не лише формалізувати процес збирання та оброблення інформації про стейкхолдерів, але й здійснювати динамічне моделювання сценаріїв їх взаємодії, що підвищує якість прийняття рішень та мінімізує ризики, пов’язані з інтересами, не взятими до уваги.

Література

1. Журан О.А., Беркунський Є.Ю., Гайдаєнко О.В., Морозова Г.С., Павленко А.Ю. (2024) Застосування системного підходу при виконанні ІТ-проєктів. Електротехнічні та комп'ютерні системи. 2024. № 40 (116). DOI: <https://doi.org/10.15276/eltecs.40.116.2024.4>
2. Журан О.А. Методи системного аналізу в управлінні проєктами URL: <https://mmp-conf.org/documents/archive/proceedings2024.pdf>
3. Influence Maps. URL: <https://www.mindtools.com/agsrhhw/influence-maps>
4. Delphi W. Stakeholder Analysis Using the Power/Interest Grid URL: projectmanagement.com/wikis/368897/stakeholder-analysis--using-the-power-interest-grid

**ЗБІРНИК ПРАЦЬ
МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ І ПРОГРАМАМИ»**

Підп. до друку 09.09.2025. Формат 60x84 1/16. Спосіб друку – ризографія.
Умов. друк. арк. 13,2. Тираж 300 прим. Ціна договірна.