Міністерство освіти та науки України

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО- НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ім. Ю.М. Потебні

ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Промислове та цивільне будівництво

(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр

на тему: Аналіз організаційно-технологічних рішень при будівництві цивільної будівлі

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1924-пцб

Божко Сергій Вікторович.

(прізвище та ініціали) (підпис)

спеціальность

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

освітньо-професійна програма

промислове і цивільне будівництво

Керівник проф. д.т.н.. Арутюнян І.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент_____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя, 2025 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти магістерський
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(код таі назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«07» 04 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Божко Сергій Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Аналіз організаційно-технологічних рішень при будівництві цивільної будівлі

керівник роботи Арутюнян Ірина Андріївна, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «27» 02 2025 року
№ 317с
2 Строк подання студентом роботи 01.12.2025
3 Вихідні дані до роботи нормативно-технічна документація,

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Науково-методичні засади формування сучасної системи організації будівництва 2. Дослідження організаційно-технологічних рішень, що впливають на підвищення надійності у будівництві при зведені адміністративної будівлі. 3. Вплив системи управління на надійність будівельного процесу.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 13 листів

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Арутюнян І.А.		
Розділ 2	Арутюнян І.А.		
Розділ 3	Арутюнян І.А.		

7 Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Науково-методичні засади формування сучасної системи організації будівництва	з 01.09 по 30.09.2025	
2	Дослідження організаційно-технологічних рішень, що впливають на підвищення надійності у будівництві при зведені адміністративної будівлі.	з 01.10 по 30.10.2025	
3	Вплив системи управління на надійність будівельного процесу	з 01.11 по 1.12.2025	

Студент _____ С.В. Божко
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ І.А. Арутюнян
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Данкевич Н.О.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Божко С. В. Аналіз організаційно-технологічних рішень при будівництві цивільної будівлі.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник І.А. Арутюнян, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2025.

У дослідженні запропоновано підхід до оцінювання параметрів будівельного потоку з урахуванням імовірнісного характеру тривалості виконання будівельно-монтажних робіт. Такий підхід дозволив здійснити кількісне моделювання наростання невизначеності у термінах реалізації як окремих операцій, так і комплексу робіт у межах об’єктного будівельного потоку. Це забезпечило можливість системного контролю за зміною рівня надійності виконання календарного плану, що особливо важливо в умовах складної координації будівельного процесу.

В межах роботи теоретичні засади потокового методу організації будівництва було суттєво розширено. Розроблено інструментарій оцінювання управлінської спроможності реалізації проєктних завдань, зокрема у вигляді карт керованості, які дозволяють прогнозувати ступінь досягнення цільових показників. На основі циклограмної моделі доведено, що компенсація відхилень від планового графіка на завершальних етапах будівництва є істотно складнішою порівняно з забезпеченням резервів часу на початкових фазах. Це обґрунтовує необхідність раціонального планування організаційно-технологічних рішень уже на стадії підготовки до реалізації проєкту.

У дослідженні наведено функціональні залежності, що характеризують зміну рівня надійності досягнення кінцевого результату на різних фазах реалізації плану. Виходячи з цих залежностей, сформовано ефективну організаційно-технологічну стратегію управління, яка передбачає раціональне поєднання ресурсного забезпечення, темпів виконання робіт, черговості

технологічних операцій та резервів часу. Такий підхід дозволяє підвищити стабільність реалізації графіка, забезпечити гнучкість реагування на зміни та мінімізувати ризики зривів будівельного процесу.

Ключові слова: будівельний потік, організаційно-технологічні рішення, календарне планування, графік виконання робіт, стратегія управління.

Список публікацій студента магістратури:

Божко С. В., Арутюнян І.А. Аналіз організаційно-технологічних рішень при будівництві цивільної будівлі. *ІІ МІЖНАРОДНІЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ІНСТИТУТУ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ ЗНУ «ІНЖЕНЕРНІ ІННОВАЦІЇ ТА РОЗБУДОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ»*. 15-16 травня 2025 р. Запоріжжя: ЗНУ, 2025.

REVIEW

Bozhko S. V. Analysis of organizational and technological solutions in the construction of a civil building.

Qualification graduation thesis for obtaining a master's degree in the specialty 192 – Construction and Civil Engineering, supervisor I.A. Arutyunyan, Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhya National University, 2025.

The study proposes an approach to estimating the parameters of the construction flow, taking into account the probabilistic nature of the duration of construction and installation works. This approach made it possible to carry out quantitative modeling of the increase in uncertainty in the timing of the implementation of both individual operations and a set of works within the object construction flow. This provided the possibility of systematic control over changes in the level of reliability of the implementation of the calendar plan, which is especially important in the conditions of complex coordination of the construction process.

Within the framework of the work, the theoretical foundations of the flow method of construction organization were significantly expanded. A toolkit for assessing the managerial capacity of the implementation of project tasks has been developed, in particular in the form of controllability maps, which allow predicting the degree of achievement of target indicators. On the basis of the cyclogram model, it has been proved that compensation for deviations from the planned schedule at the final stages of construction is significantly more difficult compared to the provision of time reserves at the initial phases. This justifies the need for rational planning of organizational and technological decisions already at the stage of preparation for the implementation of the project.

The study provides functional dependencies that characterize the change in the level of reliability of achieving the final result at different phases of the plan implementation. Based on these dependencies, an effective organizational and technological management strategy has been formed, which provides for a rational

combination of resource provision, the pace of work, the sequence of technological operations and time reserves. This approach allows you to increase the stability of the schedule implementation, provide flexibility in responding to changes and minimize the risks of disruption of the construction process.

Keywords: construction flow, organizational and technological solutions, calendar planning, work schedule, management strategy.

List of publications of the master's student:

Божко С. В., Арутюнян І.А. Аналіз організаційно-технологічних рішень при будівництві цивільної будівлі. *ІІ МІЖНАРОДНІЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ ІНЖЕНЕРНОГО НАВЧАЛЬНО-НАУКОВОГО ІНСТИТУТУ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ ЗНУ «ІНЖЕНЕРНІ ІННОВАЦІЇ ТА РОЗБУДОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ»*. 15-16 травня 2025 р. Запоріжжя: ЗНУ, 2025.

ЗМІСТ

		стр
	ВСТУП……..	8
1	**НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА**……..……..	14
1.1	Актуальні виклики та проблеми організаційного забезпечення будівельної галузі України……	14
1.2	Теоретичні основи та базові принципи організації будівельної діяльності…….…….	18
1.3	Інноваційні підходи до модернізації організаційних процесів у будівництві.....	32
2	**ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ У БУДІВНИЦТВІ ПРИ ЗВЕДЕНІ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ**……	42
2.1	Облік невизначеності як фактор підвищення надійності організаційно-технологічних рішень.....	42
2.2	Методика оцінювання надійності будівельних робіт ……..	50
2.3	Архітектурно-конструктивні аспекти реалізації адміністративного об’єкта ……..	61
3	**ВПЛИВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА НАДІЙНІСТЬ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ** ……..…..…..…	65
3.1	Моделювання режимів управління при реалізації проєкту…….....	65
3.2	Аналіз управлінської динаміки для забезпечення гарантованої якості виконання робі……...	75

3.3 Ефективність управлінських рішень за критерієм досягнення запланованого результату……. 82

Висновки…… 93

Список використаних джерел…… 94

ВСТУП

У сучасних умовах глобальної економічної невизначеності, інтенсивного технічного розвитку та постійних змін нормативно-правової бази галузь будівництва стикається з численними викликами, які вимагають якісно нового підходу до планування, управління та реалізації інвестиційно-будівельних проєктів. Зокрема, суттєвими чинниками, що впливають на ефективність реалізації таких проєктів, є високий рівень ризиків, пов’язаних як з внутрішніми характеристиками самих проєктів, так і з зовнішніми, переважно непередбачуваними, факторами.

Традиційні детерміновані підходи до управління будівництвом, які базуються на фіксованих планових показниках і припущенні про стабільність зовнішнього середовища, дедалі більше демонструють свою обмеженість. Їхня неспроможність адекватно відображати складну, багатофакторну і часто стохастичну природу процесів, що відбуваються у сфері будівництва, призводить до численних проблем: перевищення бюджетів, зриви строків реалізації, погіршення якості виконання робіт, конфлікти між учасниками проєктів тощо. Як наслідок, актуалізується потреба у впровадженні ймовірнісних методів аналізу, які дають змогу враховувати множинність сценаріїв розвитку подій і краще адаптувати управлінські рішення до реальних умов реалізації проєктів.

Особливої важливості в такому контексті набуває поняття надійності в будівництві, яке слід розглядати не лише як технічний критерій довговічності чи відповідності конструкцій, а як інтегральну характеристику стабільності функціонування всієї системи управління проєктом у складних умовах невизначеності. Надійність може бути розглянута як системна властивість, що поєднує в собі адаптивність, стійкість до зовнішніх і внутрішніх збурень, гнучкість ресурсного забезпечення та ефективність реагування на змінні умови. У цьому сенсі вона стає ключовим індикатором ефективності управління інвестиційно-будівельними проєктами.

Незважаючи на зростаючий інтерес наукової спільноти до проблематики невизначеності та ризиків у будівництві, слід констатувати, що більшість існуючих досліджень зосереджуються переважно на стадії планування, зокрема, на оптимізації календарних графіків, формуванні бюджетів, оцінці ризиків до початку реалізації. Водночас питання ефективного управління реалізацією проєктів у процесі їх виконання, з урахуванням динамічного характеру ризиків, змін в умовах постачання, кадрового забезпечення, коливань цін на будівельні матеріали, геополітичних чинників тощо, залишаються недостатньо вивченими. Такий стан речей знижує ефективність реалізації проєктів, оскільки методи управління, що не враховують зміни у середовищі, не дозволяють оперативно та адекватно реагувати на нові виклики.

Загострення проблеми обумовлюється й зростанням складності сучасних будівельних проєктів, які дедалі частіше реалізуються у рамках міждисциплінарного, багаторівневого управління, із залученням великої кількості зацікавлених сторін – замовників, інвесторів, підрядників, постачальників, органів контролю тощо. Така структура посилює значення управлінських рішень, спрямованих на забезпечення координації дій, інформаційної взаємодії та зниження ризиків на кожному етапі реалізації проєкту.

У цьому контексті зростає потреба у розробці комплексних підходів до управління реалізацією будівельних проєктів, які поєднували б у собі:

- ймовірнісні моделі оцінки ризиків і надійності виконання робіт;
- адаптивні методи планування з урахуванням змінних вхідних параметрів;
- інформаційно-аналітичні системи підтримки прийняття рішень;
- сучасні цифрові інструменти (BIM-технології, системи моніторингу ресурсів і графіків, платформи обміну інформацією в реальному часі);
- методи статистичного аналізу для виявлення закономірностей у змінах ходу виконання проєктів.

Не менш важливим є питання інтеграції ризик-орієнтованого підходу в систему управління якістю, бюджетом та строками реалізації. Це вимагає формування нової парадигми управління будівництвом, де ключовими пріоритетами виступають не лише дотримання початкових планових показників, але й здатність до ефективного реагування на зміни в умовах реалізації.

З огляду на викладене, дослідження методів і моделей підвищення надійності реалізації інвестиційно-будівельних проєктів в умовах невизначеності є вкрай актуальним. Воно має важливе практичне значення для удосконалення механізмів управління в будівництві, підвищення конкурентоспроможності підрядних організацій, мінімізації збитків від реалізації неефективних проєктів та забезпечення сталого розвитку галузі загалом.

Крім того, дослідження в цій сфері сприятимуть поглибленню теоретичних засад управління ризиками в будівництві, розвитку методологічного апарату аналізу невизначеності та розробці інструментарію практичного застосування моделей оцінки надійності у реальних умовах господарської діяльності.

Таким чином, вибір теми, присвяченої аналізу надійності реалізації інвестиційно-будівельних проєктів із використанням ймовірнісних методів, є логічною відповіддю на виклики часу, що постають перед сучасною будівельною галуззю. Така тематика відповідає нагальним потребам як наукової, так і практичної спільноти, сприяє підвищенню ефективності управління ресурсами та забезпеченню стабільності в реалізації будівельних програм різного масштабу.

Тому **метою роботи** - встановити закономірності впливу організаційно-технологічних рішень на рівень надійності реалізації будівельних проєктів та розробити підходи до оптимізації управлінських стратегій.

Об'єктом дослідження є процес реалізації будівельного проєкту в умовах невизначеності.

Предмет дослідження організаційно-технологічні рішення, що впливають на підвищення надійності у будівництві.

Задачі дослідження. У межах даного дослідження передбачається розв’язання комплексу взаємопов’язаних наукових та прикладних завдань, які спрямовані на теоретичне обґрунтування й практичну реалізацію підходів до підвищення надійності реалізації інвестиційно-будівельних проєктів в умовах невизначеності. З урахуванням актуальності проблематики, основними завданнями дослідження є:

1. Здійснити ґрунтовний аналіз сучасного стану наукових досліджень у галузі управління будівництвом в умовах невизначеності, зокрема щодо застосування ймовірнісних методів, моделей ризик-менеджменту, механізмів адаптивного планування. На основі виявлених теоретичних і прикладних підходів, сформулювати основні наукові положення, які визначають напрями подальших досліджень, а також окреслити наукову нішу, яка потребує поглибленого опрацювання.

2. Виявити закономірності впливу чинників невизначеності на процес календарного планування будівельних робіт, зокрема через аналіз чутливості проєктного графіка до змін ключових параметрів (тривалості, ресурсного забезпечення, доступності постачань тощо). Розробити класифікацію типових сценаріїв впливу невизначеності на етапи реалізації проєкту та обґрунтувати необхідність урахування стохастичних змінних у процесі формування календарних планів.

3. Сформувати підходи до визначення оптимальних траєкторій виконання робіт за умов динамічного змінного середовища, використовуючи методи імітаційного моделювання, ймовірнісного аналізу та оптимізаційних алгоритмів. Оптимальні траєкторії слід розглядати як такі, що забезпечують мінімізацію ризику недосягнення цільових показників при заданих обмеженнях щодо ресурсів, строків та якості.

4. Дослідити роль управлінських рішень у компенсації низького рівня початкової надійності виконання будівельних процесів, зокрема в умовах

обмеженого доступу до ресурсів, недостатньої деталізації вихідної інформації, змін зовнішніх обставин. Запропонувати ефективні інструменти адаптивного управління, здатні підвищити стійкість проєктної реалізації до негативних впливів і забезпечити гнучке реагування на непередбачувані ситуації.

5. Розробити концептуальну модель системи оцінки ефективності реалізації проєкту, яка базується на досягненні кінцевого результату як головного критерію успішності.

Така система має враховувати не лише формальні показники виконання (строки, витрати, обсяг), а й ступінь адаптивності до умов невизначеності, рівень керованості ризиками та ефективність прийнятих управлінських рішень у процесі реалізації. Розглядається можливість інтеграції такої моделі в існуючі системи моніторингу будівельних проєктів.

Методи дослідження це системотехнічні та економіко-математичні підходи, що сприяють вирішенню різноманітних складних завдань з удосконалення управління проектами та відображають сутність системи, тобто охоплюють всі наявні зони і сторони її функціонування, умови і обмеження.

Наукова новизна. Запропоновано підхід до кількісної оцінки змін у надійності на основі розширення теорії потокового будівництва. Розроблено схеми управлінських рішень, що дають змогу гнучко реагувати на відхилення від плану. Доведено перевагу формування часових резервів на початкових етапах.

Практичне значення Результати дослідження можуть бути впроваджені у практику управління будівництвом — як для підвищення точності планування, так і для оптимізації процесу виконання робіт.

Результати запропонованої роботи можуть бути використані на всіх підприємствах і організаціях не залежно від виду їхньої діяльності.

Запропонована магістерська робота виконана в Запорізькому національному університеті, на кафедрі «Промислового та цивільного будівництва».

Дана робота брала участь в науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів Запорізького національного університету.

1. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

1.1 Актуальні виклики та проблеми організаційного забезпечення будівельної галузі України

У сучасних умовах соціально-економічної турбулентності, зумовленої як внутрішніми структурними змінами, так і зовнішніми кризовими явищами, будівельна галузь України перебуває у стані системної трансформації. Особливої актуальності проблематика організаційного забезпечення набула у зв’язку з широкомасштабною збройною агресією Російської Федерації, що призвела до масштабних руйнувань житлової, транспортної, промислової та соціальної інфраструктури. Відтак будівельна сфера постала перед необхідністю не лише оперативного реагування на потреби відбудови, а й глибокого реформування на всіх рівнях організаційної структури. Організаційне забезпечення в контексті будівельної галузі слід розуміти як систему взаємопов’язаних інституційних, правових, кадрових, управлінських і технологічних компонентів, що забезпечують ефективне функціонування підприємств галузі, їхню здатність до сталого розвитку та адаптації в умовах невизначеності. До основних складових такої системи належать нормативно-правова база, система державного регулювання, інфраструктура професійної підготовки кадрів, управлінські моделі проєктного менеджменту, інструменти цифрової трансформації та платформи моніторингу ефективності.

Серед ключових викликів, що стоять перед галуззю, слід виокремити, насамперед, прямі наслідки збройного конфлікту. Воєнні дії призвели до руйнування понад 150 тис. об'єктів різного призначення, що створило одночасно надзвичайно високий попит на будівельні роботи і суттєві обмеження щодо їх реалізації через порушення логістики, небезпеку для

працівників, дефіцит ресурсів та нестабільність територіального розміщення будівельних потужностей. У ряді регіонів будівельна діяльність повністю або частково зупинена, що вимагає переорієнтації ресурсів та кадрового потенціалу. Значним викликом є критичне скорочення трудових ресурсів у галузі. Масова мобілізація, вимушена міграція населення, еміграція кваліфікованих фахівців призвели до дефіциту робочої сили, особливо у сегменті інженерно-технічного персоналу та спеціалізованих робітничих професій. За відсутності ефективних механізмів професійної перепідготовки, підтримки дуальної освіти та стимулювання повернення спеціалістів з-за кордону виникає ризик поглиблення кадрової кризи, яка може мати довготривалий характер.

Організаційне забезпечення ускладнюється також недосконалістю нормативно-правового середовища. Нестабільність законодавства, неузгодженість регуляторних процедур між державними і місцевими органами влади, надмірна бюрократизація процесів отримання дозволів, а також низький рівень цифровізації управлінських функцій створюють численні бар’єри для ефективної реалізації проєктів. Наявні законодавчі інструменти, зокрема у сфері дозвільної діяльності, оцінки відповідності, державного нагляду та контролю, не відповідають сучасним вимогам прозорості, швидкості та адаптивності, що істотно гальмує розвиток галузі. Окремої уваги потребує проблема інституційної взаємодії між суб’єктами будівельного ринку. В умовах високої фрагментованості функцій контролю, недостатньо ефективної комунікації між учасниками будівельного процесу (замовниками, підрядниками, проєктантами, органами державного нагляду, громадами), виникає ризик неузгодженості дій, дублювання процедур та низької відповідальності за кінцевий результат.

Серйозним бар’єром для ефективної організації будівельного виробництва є фінансово-економічна нестабільність. Інфляційні процеси, зростання вартості будівельних матеріалів, палива, логістики, а також коливання валютних курсів призводять до ускладнень у формуванні бюджету

проєктів, перерахунку кошторисної документації, укладанні контрактів і забезпеченні безперервності фінансування. В умовах обмеженого доступу до кредитних ресурсів та високого рівня ризику інвестування будівельні підприємства стикаються з труднощами у підтриманні ліквідності, закупівлі необхідних матеріалів та збереженні кадрового складу. У післявоєнному контексті актуальною проблемою є відсутність єдиної національної стратегії відновлення інфраструктури. Попри наявність окремих урядових ініціатив і залучення міжнародної допомоги, наразі відсутній комплексний план, що визначає пріоритетність об'єктів, послідовність їх відновлення, джерела фінансування, механізми контролю та координації між суб’єктами. Така невизначеність унеможливлює довгострокове стратегічне планування на рівні підприємств і регіонів.

Окрему групу проблем становить організаційна діяльність на мікрорівні – безпосередньо в межах підприємств, що здійснюють будівельно-монтажні роботи. У багатьох випадках організаційні структури є застарілими, негнучкими та не відповідають сучасним викликам. Нерідко відсутнє чітке планування виробничого процесу, внутрішні документи з охорони праці, управління ризиками, технічного контролю ведуться формально або взагалі ігноруються. Низький рівень цифровізації управлінських процесів, слабка аналітична база, недостатнє використання сучасних систем управління проєктами (BIM, ERP, CRM), відсутність корпоративної культури якості та постійного вдосконалення негативно впливають на ефективність реалізації проєктів. Більшість підприємств не мають належних механізмів внутрішнього контролю, що призводить до затримок, перевитрат, конфліктів між підрядниками та невиконання строків.

З метою усунення зазначених проблем і підвищення ефективності організаційного забезпечення будівельної галузі доцільно реалізувати низку реформаторських заходів. Насамперед, необхідно сформувати стратегічну платформу відновлення інфраструктури України, що базується на принципах прозорості, інклюзивності, пріоритетності та результативності. Така стратегія

повинна містити чітко визначені напрями розвитку, механізми міжсекторальної координації, ефективні інститути реалізації та незалежного контролю, а також бути інтегрованою в державну регіональну політику. Поряд із цим слід модернізувати нормативно-правове середовище шляхом усунення надмірного адміністративного навантаження, стандартизації та цифровізації процедур, імплементації найкращих європейських практик у сфері дозвільної діяльності та нагляду. Важливим напрямом є розвиток кадрового потенціалу галузі. Необхідно створити системну модель підготовки і перепідготовки кадрів, яка поєднує професійну освіту, стажування на підприємствах, механізми сертифікації та підтримку молодих фахівців. Запровадження дуальної освіти, розвиток партнерства між навчальними закладами та бізнесом, стимулювання участі підприємств у підготовці кадрів – ключові інструменти кадрової стабілізації.

Інтеграція цифрових технологій в організаційне забезпечення є необхідною умовою його модернізації. Використання BIM-моделей, електронного документообігу, хмарних платформ для управління проєктами, інструментів аналітики та моніторингу дозволить оптимізувати процеси, зменшити ризики, підвищити прозорість та контроль за ходом виконання робіт. Також важливим є розвиток інституційної інфраструктури: створення незалежних агенцій з управління відбудовою, технічного аудиту, моніторингу якості, підтримки цифрових проєктів тощо. Ці структури повинні мати чіткі повноваження, кадрове забезпечення і фінансову стійкість.

Важливо зазначити, що процес удосконалення організаційного забезпечення в Україні може бути значною мірою підсилений через адаптацію зарубіжного досвіду. Приклади післявоєнного відновлення Німеччини, країн Балканського півострова, досвід Японії та США у подоланні наслідків природних катастроф свідчать про необхідність стратегічного бачення, централізованого управління, широкого залучення громадськості та прозорих механізмів взаємодії з донорами. Україна має унікальну можливість не лише відновити зруйноване, а й модернізувати організаційно-управлінську модель

будівельної галузі, зробивши її адаптивною, конкурентоспроможною та орієнтованою на довгостроковий результат.

Отже, сучасні виклики, з якими стикається будівельна галузь України, мають комплексний характер і вимагають системного підходу до вдосконалення організаційного забезпечення. Безпосередня інтеграція інституційних реформ, цифрових інструментів, кадрових ініціатив та стратегічного планування дозволить сформувати стійку модель функціонування галузі, здатну ефективно відповідати на сучасні виклики та реалізовувати масштабні завдання з відбудови і розвитку держави в повоєнний період.

1.2 Теоретичні основи та базові принципи організації будівельної діяльності

Будівельна діяльність є однією з найважливіших складових економіки, яка забезпечує створення житлових, промислових, соціальних та інфраструктурних об’єктів. Організація будівельної діяльності виступає як системний процес, що охоплює планування, координацію, управління ресурсами, контроль і регулювання будівельних робіт з метою досягнення оптимальних результатів щодо якості, термінів та витрат. Теоретичні основи організації будівництва базуються на системному підході, який розглядає будівельний процес як складну взаємопов’язану систему з численними підсистемами, такими як проектування, постачання матеріалів, виконання будівельних робіт, технічний нагляд і забезпечення безпеки. Організація будівництва передбачає чітке визначення цілей і завдань, формування оптимальної структури управління, розробку технологічних процесів, забезпечення необхідними ресурсами, а також координацію та контроль за ходом виконання робіт. Історично організація будівельної діяльності проходила етапи становлення від інтуїтивних форм управління в античні часи до наукових підходів XX століття, які базувалися на принципах наукового менеджменту,

адміністративного управління і теорії систем. З появою методів мережевого планування, автоматизації і інформаційних технологій суттєво підвищилася ефективність і точність управлінських процесів у будівництві.

Структура організації будівельної діяльності включає різноманітні підрозділи, які відповідають за виробництво робіт, постачання, планування, технічний контроль, безпеку праці і управління персоналом. Для ефективної роботи важливо вибрати відповідну організаційну структуру, яка може бути лінійною, функціональною або матричною, залежно від масштабу і характеру проекту. Управління будівельним процесом включає планування робіт і ресурсів, розподіл функцій і відповідальностей, контроль якості, строків і витрат, а також врегулювання конфліктів і мінімізацію ризиків. Основними базовими принципами організації будівельної діяльності є плановість, економічність, безперервність, комплексність, гнучкість і відповідальність. Плановість полягає у розробці чітких графіків і кошторисів, що дозволяє передбачити строки і обсяги робіт, а також забезпечити своєчасне постачання матеріалів і ресурсів. Економічність вимагає раціонального використання матеріалів, трудових і фінансових ресурсів, мінімізації відходів та застосування ефективних технологій. Принцип безперервності полягає в організації процесу таким чином, щоб уникнути простоїв і затримок, що підвищує продуктивність праці і забезпечує дотримання строків. Комплексність передбачає взаємозв’язок усіх ланок будівельного процесу, включаючи проектування, постачання, виконання робіт і контроль. Гнучкість є важливою для адаптації до зміни зовнішніх і внутрішніх умов, таких як погодні умови, зміни у нормативній базі чи фінансових обставинах. Відповідальність кожного учасника процесу є необхідною умовою для досягнення високої якості і безпеки будівництва.

Для досягнення поставлених цілей застосовуються різноманітні методи організації, серед яких провідне місце займають технологічна організація, організація робочих місць і виробничих ділянок, організація праці і управління персоналом, а також організація матеріально-технічного постачання. Технологічна організація передбачає розробку детальних технологічних карт і

нормування праці, що забезпечує послідовність і якість виконання будівельних операцій. Організація робочих місць і ділянок базується на принципах ергономіки, безпеки і раціонального розміщення ресурсів, що сприяє підвищенню продуктивності і мінімізації виробничих ризиків. Управління персоналом включає розподіл функцій, мотивацію працівників, підвищення їх кваліфікації і забезпечення дисципліни. Матеріально-технічне постачання має вирішальне значення для своєчасного забезпечення будівництва якісними матеріалами, інструментом і обладнанням, що вимагає налагодженої логістики, контролю якості і запасів.

Планування є ключовою функцією управління у будівництві, що дозволяє забезпечити оптимальне використання ресурсів і дотримання термінів. Застосовуються як стратегічні, так і тактичні і оперативні плани, які реалізуються через календарне планування та використання мережевих методів, таких як PERT і CPM. Фінансове планування включає розробку кошторисів, бюджетування і контроль витрат, що дозволяє попередити перевищення бюджету і забезпечити економічну стабільність проекту.

Контроль і регулювання будівельного процесу забезпечують відповідність виконаних робіт встановленим нормам, проектній документації і технічним умовам. Постійний моніторинг строків, якості і ресурсів дозволяє своєчасно виявляти відхилення і приймати коригувальні заходи. Система управління ризиками включає ідентифікацію, оцінку і мінімізацію можливих загроз, що дозволяє знизити ймовірність виникнення аварійних ситуацій, перевитрат і затримок.

Сучасний розвиток будівельної галузі тісно пов’язаний із впровадженням інновацій, серед яких цифрові технології, інформаційне моделювання будівель (BIM), автоматизація і роботизація будівельних процесів. Це сприяє значному підвищенню ефективності управління, якості виконання робіт, прозорості і оперативності прийняття рішень.

Отже, організація будівельної діяльності – це складний багатокомпонентний процес, що вимагає науково обґрунтованого підходу,

дотримання базових принципів і методів. Ефективне управління ресурсами, технологіями, персоналом і ризиками є запорукою успішного завершення будівельних проектів із дотриманням якості, строків і бюджету. Застосування системного підходу і сучасних інформаційних технологій відкриває нові горизонти для удосконалення організаційних процесів і розвитку будівельної галузі загалом.

Методи організації будівельного виробництва. Сучасні методи організації будівельного виробництва поділяються на послідовні, паралельні та поточні (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Переваги та недоліки методів організації будівництва

Методи організації робіт	
Переваги	Недоліки
Послідовний	
найменша кількість ресурсів (робітників), що притягаються в одиницю часу	велика тривалість будівництва
	нерівномірність у виконанні окремих видів робіт
сприятливі умови для безпечної організації робіт	нерівномірність в споживанні ресурсів
	ускладнено використання спеціалізованих бригад
	нерівномірно використовується будівельна техніка
Паралельний	
мінімальний строк будівництва	висока інтенсивність споживання ресурсів за одиницю часу
	споживання ресурсів з перервами
	виконання окремих видів робіт з перервами
	складності в організації охорони праці
	ускладнено використання спеціалізованих бригад
	нерівномірно використовується будівельна техніка
Поточний	
зберігає всі переваги послідовного та паралельного методів	деяка складність в розрахунку та організації робіт в порівнянні з послідовним та паралельним методами
дозволяє уникнути недоліків	

послідовного та паралельного методів	

Організація будівельного виробництва передбачає вибір і застосування певних методів, які забезпечують ефективне виконання будівельних робіт, раціональне використання ресурсів, дотримання технологічної послідовності і строки реалізації проекту. Кожен метод має свої переваги, обмеження та сфери застосування. Найпоширеніші методи організації будівництва такі:

1. Послідовний (лінійний) метод

Цей метод полягає в тому, що всі види робіт виконуються один за одним у визначеній послідовності. Спочатку закінчується підготовчий етап, потім фундамент, стіни, перекриття, дах і так далі. Кожен наступний етап починається тільки після завершення попереднього. Такий підхід простий в організації та контролі, дозволяє чітко планувати робочі процеси. Однак він менш гнучкий, збільшує загальний час будівництва через відсутність паралельного виконання робіт.

2. Паралельний (паралельно-послідовний) метод

Цей метод передбачає одночасне виконання декількох видів робіт на різних ділянках або об'єктах, що дозволяє скоротити загальний строк будівництва. Часто застосовується у великих проектах з розподілом робіт між різними бригадами чи підрядниками. Паралельний метод вимагає ретельної координації, управління ресурсами і технічного нагляду, оскільки помилки чи затримки в одній ділянці можуть вплинути на весь процес.

3. Комплексний метод

Цей метод передбачає організацію робіт за комплексами (групами) будівельних процесів, які об'єднують кілька видів робіт, що виконуються одночасно або послідовно, але логічно взаємопов’язані. Комплексний метод дозволяє більш ефективно використовувати ресурси і підвищувати продуктивність праці. Він широко застосовується при будівництві великих об’єктів, де потрібна інтеграція різних технологічних процесів.

4. Безперервний метод

Цей метод спрямований на організацію безперервного виробничого процесу без простоїв. Він застосовується при великих обсягах будівельних робіт, коли важливо забезпечити безперервність постачання матеріалів, роботи техніки і персоналу. Забезпечує високу продуктивність, але потребує складної організації логістики та управління.

5. Модульний (блочний) метод

В основі цього методу лежить збірка будівельних конструкцій із готових модулів або блоків, що виробляються на заводі або у цехах. Після цього модулі транспортують і монтажують на місці будівництва. Модульний метод скорочує строки будівництва, підвищує якість і стандартизацію, однак вимагає значних інвестицій у попереднє проектування і виробництво.

Таблиця 1.2- Аналіз методів організації будівельного виробництва

Метод	Сутність	Переваги	Недоліки	Область застосування
Послідовний	Виконання робіт один за одним	Простота організації, легкість контролю	Затримка термінів через відсутність паралельності	Невеликі проекти, складні технології, де неможливий паралельний процес
Паралельний	Одночасне виконання різних робіт	Скорочення строків будівництва, ефективне використання ресурсів	Вимагає складної координації, ризик конфліктів	Великі проекти, де можливий розподіл робіт між бригадами
Комплексний	Об’єднання взаємопов’язаних	Підвищення продуктивності,	Складність організації,	Великі об’єкти, комплексні

	робіт	оптимізація ресурсів	потреба в високій кваліфікації менеджменту	будівельні проекти
Безперервний	Безперервний робочий процес	Висока продуктивність, мінімізація простоїв	Висока складність організації, потреба в ресурсах	Масштабні будівництва з великими обсягами робіт
Модульний (блочний)	Збірка з готових модулів	Скорочення строків, висока якість, стандартизація	Високі початкові витрати, обмежена гнучкість конструкцій	Серійне житлове будівництво, швидкомонтовані споруди

При виконанні робіт послідовним методом (рис. 1.1, а)будівництво об’єктів ведеться по черзі.

При паралельному методі (рис. 1.1, б) всіспоруди зводяться одночасно, строк будівництва їх відповідає часу зведення одного об’єкта. Потрібна максимальна кількість матеріально-технічних ресурсів, що призводить до максимальної концентрації ресурсів всіх видів за одиницю часу.

а)

Будинок	Тривалість будівництва, міс.														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-й															
2-й															
3-й															
4-й															
5-й															

б)

Будинок	Тривалість будівництва, міс.						
	1	2	3	4	5	6	7
1-й							
2-й							
3-й							
4-й							
5-й							

в)

Будинок	Тривалість будівництва, міс.		
	1	2	3
1-й			
2-й			
3-й			
4-й			
5-й			

підземна частина будинку

надземна частина будинку (коробка)

оздоблювальні роботи

Рисунок 1.1- Графіки виконання будівельних робіт:а) при послідовному методі; б) при паралельному методі; в) при поточному методі

При поточному методі організації будівельного виробництва (рис. 1.1 в) будівельні роботи розподіляються на певну кількість складових процесів (захватки). Для кожного з них встановлюють строки виконання робіт та здійснюють спільне їх виконання в часі в різних частинах будівлі. Роботи на будівництві організують таким чином, щоб однойменні процеси виконувати на всіх об’єктах послідовно, а різнойменні – паралельно.

Планування в будівництві.

Організація виробництва передбачає існування і здійснення будь-якого плану.

Головним результатом планування є визначення цілей, стратегії й програми їхнього досягнення, а також розподіл ресурсів, який дасть змогу організації більш підготовленою зустріти невизначене майбутнє і вплинути на нього. Рішення, ухвалені в процесі планування, фіксуються в документі, що одержав назву план [9].

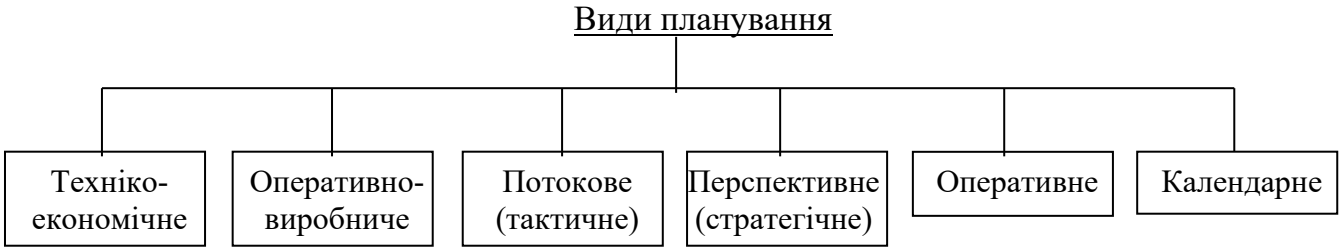


Рисунок. 1.2 -Види планування

Якість плану багато в чому залежить від стратегії планування. Застосовують такі основні стратегії [9]:

- планування від досягнутого рівня;
- оптимальне планування;
- адаптивне планування.

Нині у практиці будівельного виробництва у «чистому» вигляді жоден із підходів не застосовується. Перший і третій, як правило, застосовують при встановленні значення планових показників, другий - при плануванні виробничо-господарської діяльності організації, у тому числі при розробленні календарних планів і проектуванні будівельних генпланів.

Якість використання розроблених планів залежить і від методів, які застосовують при розробленні можливих варіантів рішень і виборі з них тих, що закладаються в план. При цьому під методом планування прийнято розуміти сукупність робочих способів і технічних засобів, що використовуються у процесі конкретних планових розрахунків, тобто у процесі планування.

Узагальнюючою назвою комплексу методів, які використовуються для аналізу можливих варіантів рішень і вибору того варіанту, що закладається в план, є назва «економіко-математичні методи». До їхнього складу включають такі основні групи наукових напрямів: економічна статистика, моделювання, теорія ігор, сіткові методи планування і керування, системний аналіз та ряд інших.

Крім економіко-математичних методів при плануванні будівельного виробництва широко використовується балансовий метод. Суть його полягає в розробленні системи балансів з ув'язування потреби в наявних у організації або її підрозділі ресурсах та можливостей їх покриття, а також в узгодженні окремих розділів і показників плану між собою [9].

Календарне планування будівництва. Календарный план – це проектний документ, який визначає послідовність та строки виконання окремих робіт, встановлює їх технологічний взаємозв’язок відповідно до характеру та об’єму будівельно-монтажних робіт. В складі ПОБ розробляється зведений календарний план будівництва, в складі ПВР – календарні плани виробництва робіт по окремим об’єктам [17].

У зведеному календарному плані в якості одиниць приймають об’єкти з об’ємами будівельно-монтажних робіт в грошовому вираженні та визначенням строків будівництва по рокам, кварталам та місяцям. В календарних планах виробництва робіт по окремим об’єктам за одиницю приймають види будівельно-монтажних робіт, виражені у натуральних вимірниках. Календарні плани виконують у вигляді лінійного або сітьового графіків, а також циклограм.

Календарні плани будівництва промислових будинків передбачають закінчення будівельно-монтажних робіт раніше терміну введення будинків в експлуатацію для організації наладки і пуску технологічного обладнання. В основу організації послідовності робіт закладається їх виробництво потоковим методом, безперервне і рівномірне виконання провідних робіт, суміщення

загальнобудівельних робіт зі спеціальними та монтажем технологічного устаткування.

Вихідними даними для розробки календарного плану є робочі креслення, дані будівельних вишукувань, інформація про матеріально-технічні ресурси та нормативні (директивні) строки будівництва. При складанні календарних планів передбачаються використання передової технології виконання робіт, виконання будівництва поточним методом з максимальним суміщенням робіт, рівномірною завантаженістю основних виконавців та рівномірним споживанням ресурсів; виконання вимог технічних умов та правил техніки безпеки [17].

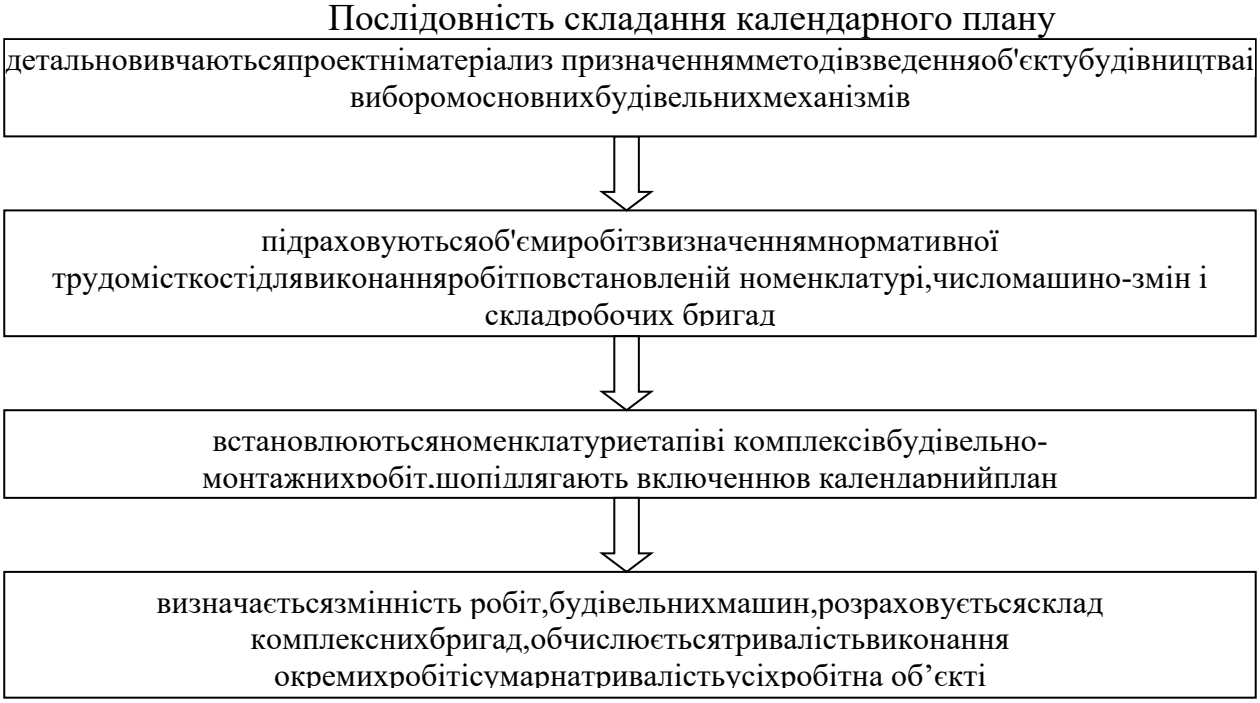


Рисунок 1.3- Послідовність складання календарного плану

Вивчення проектних матеріалів ведеться з метою призначення найбільш прогресивних технологічних і організаційних рішень. Конструктивні елементи та будівельні вироби є вихідними даними для встановлення числа захваток, кількості спеціалізованих і комплексних бригад та ін.

Трудомісткість будівельно-монтажних робіт визначають згідно з чинними ЄНіР відповідно до обсягів, підрахованих за робочими кресленнями. При

виконанні робіт в специфічних умовах, які не передбачені ЄНіР, підрахунок трудомісткості виконують за місцевими нормами. Оскільки на величину трудовитрат значний вплив роблять способи виробництва будівельно-монтажних робіт, їх визначають і призначають до підрахунку трудомісткості. При наявності багатьох способів виробництва робіт проводять техніко-економічне порівняння варіантів. Після підрахунку трудомісткості окремих видів будівельно-монтажних робіт приступають до складання календарного плану з визначенням термінів та технологічної послідовності їх виконання.

Послідовність виконання і технологічна ув'язка робіт переслідують цілі скорочення термінів будівництва, суміщення робіт у часі з дотриманням встановленої технології та вимог безпечного виконання робіт при їх високій якості.

При будівництві типових об'єктів в ПВР входять типові технологічні карти на окремі види робіт або етапи будівництва. У складі кожної технологічної карти є проектний документ, званий технологічної нормаллю. Технологічні нормалі визначають технологію конкретних будівельних процесів, вказуючи послідовність і тривалість їх виконання, по кожному процесу наводяться обсяги робіт, трудомісткість і склад ланки або бригади.

Основним документом, у якому віддзеркалюються всі рішення з організації будівництва (перелік робіт, їхня послідовність виконання, взаємозалежність та терміни виконання), є організаційно-технологічна модель. Водночас нині практично відсутня будь-яка нормативно-довідкова база з її проектування. Розроблення моделей потребує високої кваліфікації проектанта та значних витрат інженерної праці. Практика ж свідчить, що кількість висококваліфікованих працівників обмежена і розроблення моделей здійснюється, виходячи тільки з кваліфікації та досвіду проектанта. Це веде до схвалення не раціональних, а інколи і помилкових рішень, які ведуть до погіршення техніко-економічних показників, що характеризують результати діяльності будівельної організації [13].

На якість планів впливає і система нормативів, на основі якої встановлюють планові завдання, розраховують потребу в трудових, матеріально-технічних і фінансових ресурсах, а також дається техніко-економічні обґрунтування показників плану і здійснюється оцінка результатів виробничо-господарської діяльності будівельно-монтажних і спеціалізованих організацій.

У будівельному виробництві України застосовують нормативи, що можуть бути об'єднані в такі групи[9] (табл. 1.3):

Таблиця 1.3 - Основні сучасні нормативни документи, що застосовуються у будівельному виробництві України, з коротким описом їх призначення:

Назва документа	Призначення	Орган, що видає / підтримує
ДБН (Державні будівельні норми)	Основні технічні вимоги до проектування, будівництва та експлуатації будівель і споруд	Мінрегіон України
ДСТУ (Державні стандарти України)	Стандарти на матеріали, вироби, технології, методи контролю	ДП «Укрметртестстандарт»
Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»	Правові засади містобудівної діяльності	Верховна Рада України
Будівельний кодекс України	Комплексне регулювання будівельної діяльності	Верховна Рада України
Санітарні норми і правила (Санітарний регламент)	Вимоги до санітарно-гігієнічних умов праці та навколишнього	Міністерство охорони здоров’я України

	середовища	
Правила пожежної безпеки (ППБ)	Вимоги до протипожежної безпеки під час будівництва і експлуатації	Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Норми охорони праці в будівництві	Вимоги безпеки та охорони праці на будівельних майданчиках	Міністерство праці та соціальної політики України
Кошторисні нормативи	Стандарти і методики розрахунку кошторисної вартості будівництва	Мінрегіон України
Правила технічної експлуатації будівель	Вимоги до утримання та ремонту будівель і споруд	Мінрегіон України

Моделювання в будівництві. Відомі різні види організаційно - технологічних моделей будівництва об'єктів, у ряді випадків можна встановити найраціональніші області вживання кожної з них. Як графічні моделі будівельного виробництва служать: лінійні (стрічкові) графіки Г.Л. Ганта, циклограми М.С. Буднікова, таблиці (матриці), а також сітьові графіки [18].

У будівництві України для планування і управління ходом виробництва будівельно-монтажних робіт досить широкого поширення набули сітьові моделі.

В основі методів сітьового планування і управління лежить теорія графів, перша робота з якої належить Петербурзькому академіку Л. Ейлеру. Сітьова модель являє собою орієнтований граф, що відображає послідовність та організаційно-технологічні взаємозв'язки між роботами, виконання яких потрібно для досягнення поставленої мети.

На сітьових моделях, що представляють собою стрілкову діаграму, схематично відображається послідовність робіт і їх взаємозв'язок в процесі

виробництва. Основними елементами є роботи, події, очікування, залежності, шлях.

Робота це виробничий процес, який необхідно виконати для отримання закінченого проміжного результату. Подія – результат завершення однієї або декількох робіт, що дає можливість почати наступні за технологією будівництва роботи. Очікування – це, по суті робота, яка вимагає витрат часу, але не вимагає витрат ресурсів. Як правило, до очікувань відносяться організаційні та технологічні перерви. Шлях – це безперервна послідовність робіт від вихідної до завершальної події. З усіх можливих шляхів найтриваліший шлях має назву критичний, а всі роботи, які становлять його, називаються критичними [19].

Механізація будівельного виробництва. Економічна ефективність механізації робіт і ступінь оснащеності будівельних організацій засобами механізації характеризуються такими показниками: механо- і енергоозброєністю будівництва та праці, рівнем механізації робіт і праці.

Механоозброєність будівництва у % визначається відношенням балансової вартості використовуваного парку машин і механізмів до вартості будівельно-монтажних робіт виконуваних в розрахунковий рік [20].

1.3 Інноваційні підходи до модернізації організаційних процесів у будівництві

Будівельна галузь традиційно виступає однією з ключових сфер економіки, яка впливає не лише на розвиток інфраструктури, житлового фонду, промислових та соціальних об'єктів, але й на зайнятість населення, розвиток суміжних галузей, інвестиційну привабливість регіонів. Водночас сучасні виклики — такі як зміна клімату, урбанізація, дефіцит кваліфікованої робочої сили, нестабільність матеріально-технічного забезпечення та необхідність

цифрової трансформації — вимагають глибокої модернізації як технологічного, так і організаційного середовища будівельної галузі. У цьому контексті інноваційні підходи до модернізації організаційних процесів виступають ключовим чинником забезпечення конкурентоспроможності будівельних підприємств і досягнення стратегічних цілей сталого розвитку.

Теоретичні засади інноваційної модернізації організації будівництва

Модернізація організаційних процесів у будівництві передбачає системну зміну способів управління, координації, планування, моніторингу та взаємодії між учасниками інвестиційно-будівельного процесу. Інновації в цьому контексті розглядаються не лише як впровадження нової техніки або технологій, а насамперед як трансформація організаційної парадигми, що включає зміну управлінської культури, процесного мислення, цифрової взаємодії та адаптивності до змін.

До основних наукових підходів, що формують концептуальне підґрунтя інноваційної модернізації, належать:

- Системний підхід — розглядає будівельне підприємство як складну відкриту систему, де організаційні зміни мають бути взаємопов’язані та спрямовані на досягнення загальної ефективності.
- Процесний підхід — орієнтується на оптимізацію бізнес-процесів і досягнення безперервного вдосконалення за рахунок усунення втрат, автоматизації та цифровізації процедур.
- Інтегративний підхід — передбачає об'єднання різних функціональних напрямів діяльності (проектування, логістики, фінансів, контролю якості) в єдину цифрову управлінську систему.
- Інноваційний підхід — акцентує увагу на впровадженні нових технологій, ідей, моделей організації праці та управління, які забезпечують проривні зміни в ефективності та результативності.

Основні напрями інноваційної трансформації організаційних процесів

1. Впровадження технологій інформаційного моделювання (BIM)

Одним із найбільш революційних інструментів у сучасному будівництві є BIM — технологія інформаційного моделювання будівель (Building Information Modeling). Вона дозволяє створювати багатовимірну цифрову модель будівельного об’єкта, яка містить не лише геометричні параметри, але й усю релевантну інформацію про матеріали, інженерні системи, графіки виконання, кошториси, експлуатаційні характеристики тощо. Основні переваги впровадження BIM у процес організації будівництва включають:

- зменшення кількості колізій між проектними рішеннями;
- ефективне планування ресурсів;
- прозорість процесів для усіх учасників;
- контроль за дотриманням термінів і кошторисів;
- підвищення якості взаємодії між архітекторами, інженерами, підрядниками і замовниками.

2. Цифрова трансформація управління проектами

Сучасне будівництво неможливе без цифрових інструментів управління проектами. Спеціалізовані ПЗ-системи — такі як Primavera P6, MS Project, Asta Powerproject, Procore — дозволяють здійснювати багаторівневе планування, прогнозування, управління ризиками та ресурсами. В умовах динамічного зовнішнього середовища ці інструменти забезпечують адаптивність організації до змін, оперативну реакцію на відхилення та ефективну координацію між усіма учасниками процесу.

3. Індустріалізація та модульне будівництво

Модульне будівництво — це одна з форм індустріалізації, яка передбачає виробництво великих будівельних блоків (модулів) на заводі з подальшим монтажем на будівельному майданчику. Такий підхід дозволяє:

- зменшити тривалість будівництва до 30–50%;
- мінімізувати витрати на логістику та зберігання матеріалів;
- забезпечити стабільну якість продукції за рахунок виробничого контролю;
- зменшити залежність від погодних умов.

4. Впровадження LEAN-підходів

Концепція Lean Construction ґрунтується на принципах ощадливого виробництва, які передбачають зменшення всіх видів втрат: зайвих переміщень, простоїв, надлишкових запасів, перевиробництва, дефектів та зайвих процесів. Lean-методи застосовуються як на рівні будівельного майданчика (через застосування візуального менеджменту, 5S, карти потоків створення цінності), так і на рівні управління проектами (через інструменти типу Last Planner System, Takt Planning).

5. Автоматизація та роботизація процесів

У будівництві дедалі ширше використовуються автоматизовані системи керування будівельною технікою, дрони для моніторингу майданчиків, 3D-друк елементів будівель, роботи для виконання монотонних операцій (наприклад, укладання цегли або фарбування поверхонь). Це дозволяє:

- скоротити потребу в низькокваліфікованій робочій силі;
- підвищити точність і швидкість виконання робіт;
- зменшити ризики травматизму.

6. Застосування хмарних технологій та великих даних (Big Data)

Цифрові платформи для зберігання та обміну даними (Dropbox, Google Drive, BIM 360, Autodesk Construction Cloud) забезпечують оперативний доступ до актуальної документації, змін у проєкті, графіків, контрактів. Big Data-аналітика дає можливість:

- оцінювати ефективність підрядників;
- виявляти типові помилки;
- прогнозувати ризики;
- планувати технічне обслуговування на основі реальних даних про використання обладнання.

7. Штучний інтелект та алгоритми прогнозування

ШІ-системи можуть виконувати складні обчислення для розрахунку оптимальних графіків робіт, планування логістики, виявлення потенційних точок збоїв, створення сценаріїв для ухвалення рішень. Такі інструменти

застосовуються на всіх етапах життєвого циклу проекту — від проектування до експлуатації об'єкта.

Проблеми та бар'єри впровадження інновацій

Попри очевидні переваги, впровадження інноваційних організаційних підходів у будівництві зустрічає низку бар’єрів:

- Інституційні обмеження — застаріла нормативно-правова база, яка не враховує новітніх цифрових технологій.
- Опір змінам з боку персоналу — нестача цифрових навичок, страх перед автоматизацією, низький рівень довіри до нових методів.
- Недостатній рівень інвестицій у НДДКР та цифрову інфраструктуру.
- Ризики кібербезпеки та захисту даних у хмарних середовищах.
- Невизначеність економічної доцільності впровадження нових технологій для малих і середніх підприємств.

Подолання цих бар’єрів вимагає скоординованих зусиль з боку держави, бізнесу, наукових установ та освітніх закладів.

Приклади впровадження інновацій у міжнародній та українській практиці

У світі активно впроваджуються інноваційні рішення в організації будівництва. Наприклад:

- Норвегія, Сінгапур, Великобританія — обов’язкове використання BIM при розробці державних проєктів.
- Китай — впровадження 3D-друку цілих будинків і використання ШІ для управління багатофункціональними житловими комплексами.
- США — широке використання LEAN-підходів у проєктах громадського будівництва.

В Україні такі інновації ще не набули повсюдного розповсюдження, однак є позитивні приклади. Компанії, що працюють над великими інфраструктурними проєктами (наприклад, реконструкція мостів, стадіонів, ЖК бізнес-класу), активно використовують BIM-моделювання, системи управління проектами, хмарні сервіси та дрони для моніторингу об'єктів.

Роль освіти, науки та державної політики

Інноваційна модернізація неможлива без розвитку людського капіталу. Необхідним є оновлення змісту вищої технічної освіти, впровадження нових освітніх програм з цифрових технологій, управління проектами, інноваційного менеджменту. Також важливо створювати центри компетенцій на базі університетів та науково-дослідних інститутів, які сприятимуть трансферу знань у практику.

З боку держави необхідно:

- формувати стимулююче податкове та регуляторне середовище для інновацій;
- забезпечувати фінансування НДДКР у сфері будівництва;
- підтримувати пілотні проєкти впровадження інновацій в державному секторі;
- створювати стандарти для цифрової взаємодії між учасниками будівництва.

Висновки

Інноваційні підходи до модернізації організаційних процесів у будівництві є ключем до забезпечення ефективності, гнучкості та сталості галузі в умовах глобальних трансформацій. Вони охоплюють широкий спектр змін — від цифровізації та автоматизації до організаційної культури та освітніх практик. Реалізація інновацій вимагає не лише технічних рішень, а й стратегічного мислення, міжсекторальної співпраці та управлінської рішучості. Для України це питання не лише економічного розвитку, а й модернізації всієї інфраструктури країни в контексті відбудови, інтеграції в європейський простір та забезпечення гідного рівня життя громадян.

Таблиця 1.4 - Інноваційні підходи в організації будівельного виробництва

№	Інноваційний підхід	Коротка характеристика	Основні переваги	Виклики впровадження	Приклади застосування
1	Building Information Modeling (BIM)	Створення цифрової інформаційної моделі об’єкта на всіх етапах будівництва	Зменшення помилок проєктування, покращення координації, скорочення витрат, управління життєвим циклом	Висока вартість впровадження, потреба у навчанні персоналу	ЖК «Комфорт Таун», проєкти в Сінгапурі та Норвегії
2	Цифрове управління проєктами	Використання програм (Primavera, MS Project, Procore) для планування й контролю	Гнучке планування, контроль строків і бюджету, оперативна аналітика	Необхідність інтеграції з іншими системами, відсутність уніфікованих стандартів	Інфраструктур проєкти Укравтодору
3	Модульне будівництво	Фабричне виготовлення будівельних елементів з подальшим монтажем на об’єкті	Швидке зведення, висока якість, менші витрати на логістику	Обмеження у типах об'єктів, логістична координація	Школи в США житлові модул у Великій Британії
4	Lean Construction	Впровадження принципів	Усунення втрат,	Культурний опір змінам,	Проєкти компаній Turn

		ощадливого виробництва	підвищення ефективності, залучення працівників до вдосконалення процесів	потреба в переорганізації процесів	Construction, DPR Construction
5	Роботизація та автоматизація	Застосування роботів, дронів, 3D-друку, автоматичних систем	Підвищення точності, зниження травматизму, автоматизація рутинних операцій	Висока вартість, технічна складність, потреба у кваліфікованому обслуговуванні	3D-друк будинків у Китаї, використання дронів в Україні
6	Хмарні сервіси і Big Data	Централізоване зберігання та аналіз великих масивів даних	Прозорість управління, аналітика в реальному часі, зменшення бюрократії	Ризики кібербезпеки, потреба в інтернет-інфраструктурі	Autodesk Construction Cloud, PlanRadar
7	Штучний інтелект у будівництві	Оптимізація графіків, прогнозування ризиків, аналіз сценаріїв	Підвищення точності планування, мінімізація затримок, розумне управління ресурсами	Обмежені кейси, низький рівень готовності галузі до інтеграції	Проєкти в Дубаї, пілотні проєкти у США та Німеччині
8	Освітні та	Підготовка	Підвищення	Витрати на	Навчальні

	організаційні інновації	персоналу, впровадження корпоративного навчання, agile-культура	кваліфікації, адаптивність, командна ефективність	навчання, опір з боку старших працівників	центри при будівельних компаніях

Структурно-логічна схема дослідження

ТЕМА:
Аналіз організаційно-технологічних рішень при будівництві цивільної будівлі

Мета:є встановити закономірності впливу організаційно-технологічних рішень на рівень надійності реалізації будівельних проєктів та розробити підходи до оптимізації управлінських стратегій

Об'єкт дослідження: є процес реалізації будівельного проєкту в умовах невизначеності.

Предмет дослідження: організаційно-технологічні рішення, що впливають на підвищення надійності.

Задачі:
1. Здійснити ґрунтовний аналіз сучасного стану наукових досліджень у галузі управління будівництвом в умовах невизначеності, зокрема щодо застосування ймовірнісних методів, моделей ризик-менеджменту, механізмів адаптивного планування. На основі виявлених теоретичних і прикладних підходів, сформулювати основні наукові положення, які визначають напрями подальших досліджень, а також окреслити наукову нішу, яка потребує поглибленого опрацювання.
2. Виявити закономірності впливу чинників невизначеності на процес календарного планування будівельних робіт, зокрема через аналіз чутливості проєктного графіка до змін ключових параметрів (тривалості, ресурсного забезпечення, доступності постачань тощо). Розробити класифікацію типових сценаріїв впливу невизначеності на етапи реалізації проєкту та обґрунтувати необхідність урахування стохастичних змінних у процесі формування календарних планів.
3. Сформувати підходи до визначення оптимальних траєкторій виконання робіт за умов динамічного змінного середовища, використовуючи методи імітаційного моделювання, ймовірнісного аналізу та оптимізаційних алгоритмів. Оптимальні траєкторії слід розглядати як такі, що забезпечують мінімізацію ризику недосягнення цільових показників при заданих обмеженнях щодо ресурсів, строків та якості.
4. Дослідити роль управлінських рішень у компенсації низького рівня початкової надійності виконання будівельних процесів, зокрема в умовах обмеженого доступу до ресурсів, недостатньої деталізації вихідної інформації, змін зовнішніх обставин. Запропонувати ефективні інструменти адаптивного управління, здатні підвищити стійкість проєктної реалізації до негативних впливів і забезпечити гнучке реагування на непередбачувані ситуації.
5.Розробити концептуальну модель системи оцінки ефективності реалізації проєкту, яка базується на досягненні кінцевого результату як головного критерію успішності. Така система має враховувати не лише формальні показники виконання (строки, витрати, обсяг), а й ступінь адаптивності до умов невизначеності, рівень керованості ризиками та ефективність прийнятих управлінських рішень у процесі реалізації. Розглядається можливість інтеграції такої моделі в існуючі системи моніторингу будівельних проєктів

Методологічні основи: це системотехнічні та економіко-математичні підходи, що сприяють вирішенню різноманітних складних завдань з удосконалення управління проектами та відображають сутність системи, тобто охоплюють всі наявні зони і сторони її функціонування, умови і обмеження.

1. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

2. **ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ У БУДІВНИЦТВІ ПРИ ЗВЕДЕНІ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ**

3. **ВПЛИВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА НАДІЙНІСТЬ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ**

Результати наукової новизни:
Запропоновано підхід до кількісної оцінки змін у надійності на основі розширення теорії потокового будівництва. Розроблено схеми управлінських рішень, що дають змогу гнучко реагувати на відхилення від плану. Доведено перевагу формування часових резервів на початкових етапах

Практична значимість:
Результати дослідження можуть бути впроваджені у практику управління будівництвом — як для підвищення точності планування, так і для оптимізації процесу виконання робіт.
Результати запропонованої роботи можуть бути використані на всіх підприємствах і організаціях не залежно від виду їхньої діяльності.
Запропонована магістерська робота виконана в Запорізькому національному університеті, на кафедрі «Промислового та цивільного будівництва».

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ У БУДІВНИЦТВІ ПРИ ЗВЕДЕНІ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ

2.1 Облік невизначеності як фактор підвищення надійності організаційно-технологічних рішень

Проблемою вдосконалення управління будівництвом, зокрема питаннями організаційно-технологічної підготовки об'єктів будівництва та її окремими аспектами, широко займалися і займаються провідні науково-дослідні та проектно-технологічні організації, а також відповідні підрозділи вищих навчальних закладів будівельного профілю – ЗНУ, КНУБА, ХНУБА, ОДАБА і багато інших. Питанням вдосконалення управління будівництвом присвячені праці вчених Арутюнян І.А., Білоконя А.І., Бушуєва С.Д., Васильєва В.М., Гончаренко Д.Ф., Друкованого М.Ф., Залуніна В.Ф., Кірноса В.М., Павлова І.Д., Радкевича А.В., Пшинька А.Н., Тяна Р.Б., Уварова Є.П., Ушацького С.А., Черненко В.К. та інших.

Імовірнісні підходи до оцінки перебігу виробничих процесів безумовно значно ускладнюють методику обчислювальних процедур, однак кінцевою метою є не простота обчислень на шкоду точності результату, а отримання об'єктивної кількісної характеристики очікуваного результату. Зазвичай цей кінцевий результат представляється у вигляді щільності або функції розподілу параметра, за яким оцінюється своєчасність завершення робіт або економічна ефективність.

Аналіз літературних джерел [4, 5, 6, 12, 13, 14, 20, 21, 22, 30, 45] підтверджує, що постійно приділяється увага встановленню прийнятного для практики діапазону необхідної надійності результату.

У табл. 2.1 зведені воєдино всі ці результати.

Таблиця 2.1 - Рекомендовані значення організаційно-технологічної надійності (ОТН)

№ п/п	Тип об'єкту, що будується	Автор, літературне джерело	Рекомендовані значення ОТН
1	2	3	4
1	Цивільні об'єкти	Антанавичюс К.А. [4] Тян Р.Б. и др. [108]	0,69 0,35-0,65
2	Аеродроми	Томаєв Б.М. [101]	0,7-0,8
3	Наземні нафтогазові об'єкти	Пеньковцева Л.І. [89]	0,5-0,71
4	Лінійно-протяжні об'єкти	Іванов І.В. [45]	0,67-0,77

У роботах, які досліджують досвід застосування імовірнісних сітьових графіків [37], відзначається, що "якщо ймовірність завершення робіт <0,25, то виконання робіт йде незадовільно, якщо 0,25-0,6 - виконання комплексу робіт йде у встановлені терміни, а при> 0,6 - планові терміни встановлені з великими резервами ".

В роботі [30] підводиться підсумок по рекомендованому рівню надійності, "по заданому плановому терміну відповідного коефіцієнта довіри Р", який знаходиться в діапазоні 0,7-0,8. Там же звертається також увага, що ряд зарубіжних авторів "вважає значення Р оптимальним в межах 0,45-0,55".

Наведені дані свідчать про відсутність єдиного підходу до встановлення прийнятного рівня надійності. Використовуючи прийом з арсеналу експертного аналізу і не віддаючи пріоритету жодному з перерахованих вище джерел, визначимо діапазон значень ОТН, який має найбільшу питому вагу (рис. 1.1). Підсумок становить 0,7-0,8. Таке розмаїття думок також свідчить про відсутність загальноприйнятого для даного випадку критерію вибору, ситуація схожа з параметром С у формулі (1.1).

Можливо, це об'єктивна ситуація і не всі в управлінні можна, а може бути і доцільно формалізувати. В кінцевому рахунку, прийняття або неприйняття рішення є фактором суб'єктивним, що відображає думку особи, що приймає

рішення, і його готовності до прийняття в якості допустимого того або іншого рівня ризику в даних конкретних умовах.

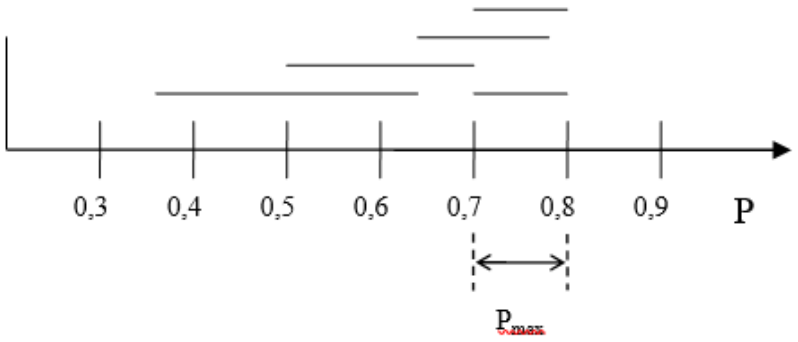


Рисунок 2.1 - Накладені діапазони переваг за рівнем ОТН

У будь-якому випадку, яким б не був допустимий рівень надійності, необхідно побудувати функцію надійності досягнення корисного результату.

Як випливає з визначення, ОТН - це ймовірність досягнення позитивного кінцевого результату. В організаційно-технічному аспекті це найчастіше тривалість і трудомісткість робіт, в економічному - приведена вартість будівництва, період окупності, внутрішня норма рентабельності. Переважна більшість досліджень в цій області зосереджують свою увагу на питаннях обгрунтування і забезпечення досягнення заданого рівня надійності на етапі розробки календарних планів, побудові імовірнісних мережевих графіків, циклограм.

Однак останнім часом сформувався напрям досліджень в області визначення впливу процесу управління на підсумковий показник надійності [53].

У роботах В.Ф. Залуніна, Р.Б. Тяна [38, 39, 48] зазначалося: "... процес планування реалізації проекту не є окремим одноразовим актом, а представляється безперервним в силу наростаючої невизначеності майбутнього, а також в силу змін у навколишньому середовищі проекту, або помилково прийнятих рішень ... Зміни в початковий план вносяться до тих пір, поки керівництво знайде результати змін задовільними ". У цьому полягає принципова відмінність поняття надійності в технічних і організаційних

системах. У технічних системах відмова призводить до миттєвого переходу об'єкта в неробочий стан, а в організаційних має місце так званий параметричний відмову, коли система залишається в працездатному стані, але погіршуються значення показників, за якими оцінюється поточний стан об'єкта управління. За рахунок вжитих управлінських впливів, за умови ефективного управління, забезпечується поступове повернення значень контрольованих параметрів в діапазон допустимих відхилень.

На основі цього і розрахунок надійності в технічних системах визначається напрацюванням до відмови, а в організаційних системах таких проміжних відмов може бути кілька і якщо, застосовуючи методи розрахунку надійності технічних систем, розрахувати надійність організаційної, то виявиться, що остання має вкрай низьку надійність. На цю особливість звертав увагу в своїх роботах проф. А.А. Гусаков [32, 34]: "... навіть при порівняно невеликій кількості елементів (100) і високого ступеня надійності кожного (0,99) будівельна система в цілому буде мати надійність всього (0,4) і відмовляти більш ніж в половині випадків (0 , 6). Однак, як показує практика, реальна надійність будівельних систем вище, хоча надійність кожного елемента нижче 0,99 ".

Логічне запитання - надійність чого ми визначаємо? Очевидно, що при будівництві об'єкту і інвестора, і підрядника цікавить не проміжний, а кінцевий результат діяльності, тому необхідно розраховувати на етапі планування і забезпечувати на етапі реалізації плану надійність отримання необхідних показників ефективності по об'єкту в цілому.

У роботах [40-48] дається визначення управлінської можливості бути реалізованим як здатності організації забезпечувати виконання управлінських рішень по окремих етапах будівництва і по об'єкту в цілому, при заданому рівні ефективності і надійності досягнення запланованого результату.

Отже, при ефективному управлінні плани з самого початку низьким рівнем надійності можуть бути реалізовані з більш високою надійністю і, на жаль, можлива зворотна ситуація. Таким чином, з огляду на вплив управління

на надійність, можна очікувати, що сама надійність не є постійною протягом усього періоду будівництва, а змінюється на етапах управління (коригування режимів виконання робіт). У цьому, як бачиться, принципова відмінність поняття ОТН в організаційних системах по відношенню до технічних.

Виходячи з вищевикладеного, традиційний підхід до надійності в організаційних системах, як ймовірності досягнення позитивного результату виробничо-господарської діяльності, є укрупненим і не враховує вимог до самого процесу діяльності організації по забезпеченню цього результату. Тут є принципове протиріччя.

Для визначення імовірнісних параметрів робіт в складі календарного плану використовуються результати статистичної обробки даних минулих реалізацій виконання конкретної роботи в умовах даної організації в порівнянних організаційно-технологічних умовах. Однак, з іншого боку, ми хочемо розрахувати надійність досягнення кінцевого результату з будівництва конкретного об'єкта, який буде мати місце в майбутньому. Таким чином, при традиційному підході ми враховуємо минулі тенденції і не враховуємо можливі зміни в майбутньому, ми при такому підході як би припускаємо, що реалізація плану, для якого розрахований рівень ОТН, буде відбуватися при тих же умовах, які мали місце в минулому.

При розрахунку економічних показників, пов'язаних з приведенням вартості грошового потоку до поточного моменту часу, нові ризики враховуються при обгрунтуванні ставки дисконтування, прогнозним змінам вартості будівництва і цін на готову будівельну продукцію.

При оцінці надійності організаційно-технологічних показників, наприклад, часу закінчення робіт, як по етапах будівництва, так і по об'єкту в цілому, таких коригувань не проводять, за винятком, якщо застосовуються нові технології, більш сучасна техніка, передові прийоми праці та оснащення робочого місця.

Таким чином, традиційні підходи до розрахунку ОТН будівництва об'єкта для конкретної організації дозволяють визначити ймовірність досягнення

кінцевого результату за умови, що режим управління реалізацією нового будівельного проекту буде аналогічним, як і при будівництві попередніх об'єктів.

Що в даному випадку розуміється під режимом управління - це, перш за все, інтенсивність управлінських впливів, що визначається частотою виникнення параметричних відмов, а також ефективність управління, яку можна кількісно охарактеризувати як час, необхідний організації (суб'єкту управління) для приведення об'єкта управління в працездатний стан. У зв'язку з цим в роботі [14] процес управління розглядався в динаміці як процес, якому, за аналогією з механікою, властива інерційність.

Базовою розрахунковою моделлю, в ряді вищевказаних робіт, по граничних значень інтенсивностей виконання робіт ($I_О$, $I_П$) графічно визначалася зона можливих траєкторій розвитку реального процесу в координатному полі "час - обсяг робіт". "Якщо на цьому малюнку також провести лінії, відповідні планової інтенсивності, а через точку її перетину з загальним обсягом виконуваних робіт провести лінію, яка відображатиме хід їх виконання з максимальною інтенсивністю, то ми отримаємо область, в межах якої можуть змінюватися фактичні швидкості виконання робіт" [40].

На базі такої моделі якісно вирішувалося завдання вибору раціональної частоти управлінських впливів, складалася так звана "карта прийняття рішень", на якій визначалися допустимі зміни обсягів або термінів виконання робіт в залежності від різних факторів.

Аналіз побудови карт прийняття рішень за різними джерелами (рис. 2.2) показує, що за весь аналізований період від кінця 60-х років минулого століття до 2018р. еволюція їх розвитку стосувалася тільки збільшення кількості виділених зон. Якщо розглядати реалізацію інвестиційного проекту, то слід в аналіз включити всі можливі стани, а не обмежуватися, як це найчастіше виконувалося в попередніх дослідженнях, режимами, близькими до планових. З цією метою карта прийняття рішень доповнена новими областями, які поширюються в бік можливих режимів з інтенсивністю, нижче песимістичною.

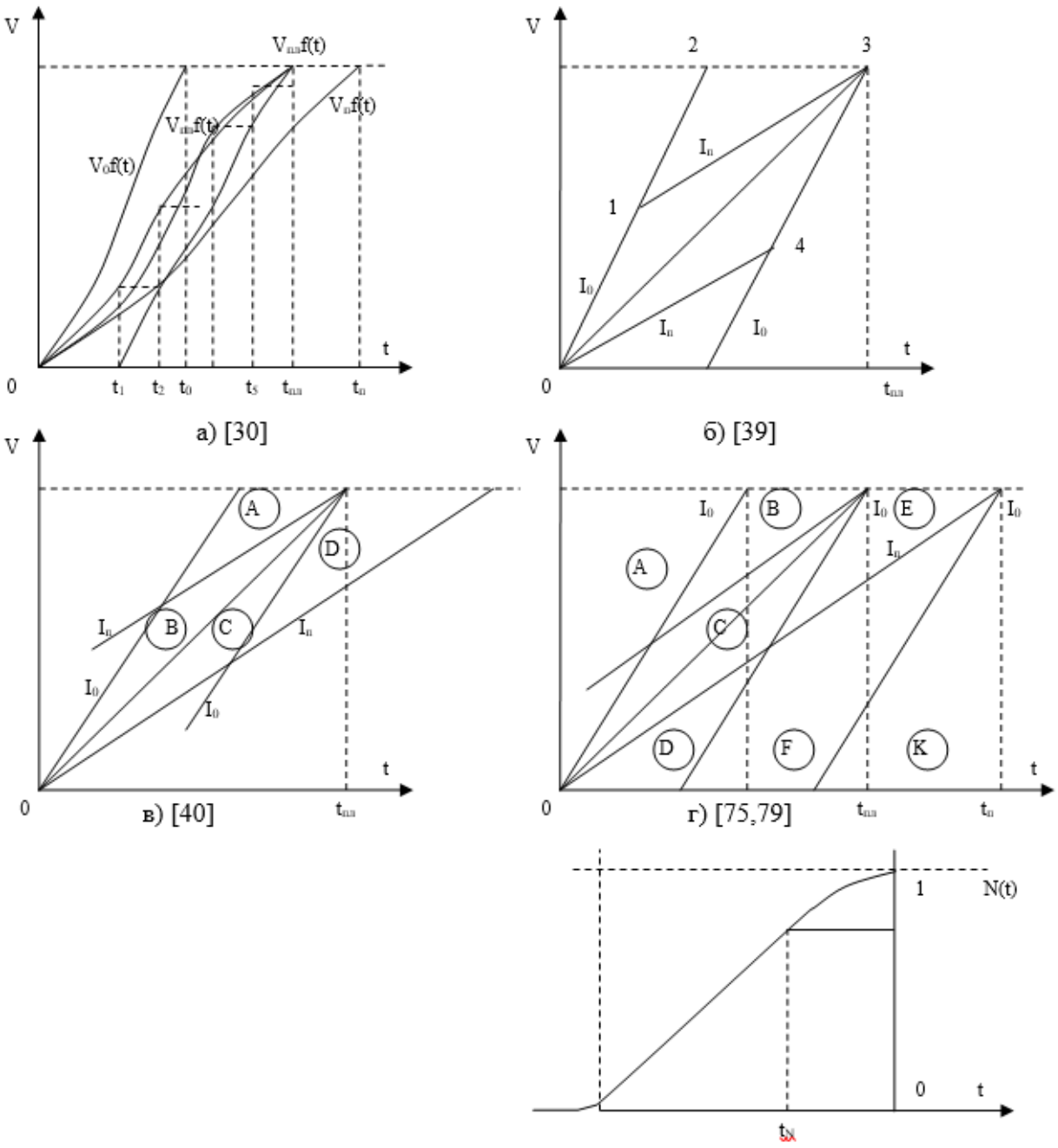


Рисунок 2.2 - Еволюція побудови карти прийняття рішення

Графік функції ймовірності $N(t)$ показує ймовірність того, що реальний процес розвивається з інтенсивністю $I_p \le I$. За своєю природою зони, позначені на малюнках, в деякій частині однотипні тим, які були позначені на інших малюнках (а, б, в), а стан в додатково виділених зонах досить наочно визначається графіком, тому їх докладний опис в даній роботі не наводилося.

Більш інформативним є зіставлення двох графіків: графіка виконання робіт і функції надійності $F(t)$.

Для більшої наочності та лаконічності результати проведеного аналізу зведені в табличну форму (табл. 1.2). Дана таблиця не тільки характеризує умови ймовірного входу в ту чи іншу область (це визначає порівняння інтенсивностей розвитку контрольованого процесу за попередній часовий період), але і дає якісну характеристику ймовірності досягнення кінцевого результату до термінів t_0, $t_{НВ}$, t_n. Дана інформація, на етапі управління, дозволяє більш об'єктивно аналізувати поточну ситуацію і визначати реальні цілі на перспективу, аналізуючи і ймовірність їх досягнення. З точки зору забезпечення високої ймовірності досягнення результату, за даними таблиці, вельми приваблива зона А, однак імовірність розвитку процесу з інтенсивністю більше, ніж оптимістична ($I_A > I_0$), дуже низька.

Таблиця 2.2 - Характеристика виділених зон

Характерна зона	Режим управління по досягненню заданого результату (обсяг робіт Рз, час виконання робіт: оптимістичний (to), найбільш ймовірне (tНВ), песимістичне (tn)
A	Вкрай оптимістична зона, перебування в якій створює досить сприятливі перспективи для виконання завдання Рз за оптимістичними прогнозами (to)
B	Відносно оптимістична зона, перебування в якій створює досить сприятливі перспективи для виконання завдання Рз по найбільш імовірним прогнозам (tНВ)
C	Зона управління в стандартному режимі
D	Зона напруженого управління можливого повернення в зону управління в стандартному режимі і виконання завдання Рз в терміни ($t_{НВ}$)
E	Відносно оптимістична зона, перебування в якій створює дуже обнадійливі перспективи для виконання завдання Рз за песимістичними прогнозами (t)
F	Зона напруженого управління по забезпеченню виконання завдання (РЗ) в терміни (tn)
K	Вкрай песимістична зона, перебування в якій практично не має можливості реалізувати планові завдання Рз в терміни (tn)

2.2 Методика оцінювання надійності будівельних робіт

Актуальність проблеми підвищення рівня організаційно-технологічної надійності в будівництві зберігається і до теперішнього часу, підтвердженням тому є сучасні дослідження по даному напрямку. Так, наприклад, ряд робіт [57-59] були присвячені системному дослідженню питань організаційно-технологічної надійності (ОТН) в будівництві. У першій з цих робіт на базі методу статистичного моделювання (Монте-Карло) визначалася тривалість виконання робіт по мережевому графіку. "Проведені дослідження показали, що в 99% випадків максимальна і мінімальна величина абсолютної і відносної тривалості будівництва залишається постійною при збільшенні числа можливих варіантів.

За даними результатів розрахунків побудовані моделі мінімальної $T_{\min}$, середньозваженої $T_{ср}$ і максимальної тривалості будівництва $T_{\max}$". Цей висновок дає теоретичне обгрунтування можливості застосування для дослідження ОТН, тривалості виконання складного комплексу будівельно-монтажних робіт методу "сценаріїв" [17], який широко використовується в інвестиційному аналізі та оцінці економічних ризиків. "Аналіз сценаріїв - методика аналізу ризику, яка досліджує чутливість реагування показника NPV (чиста приведена вартість) до застосування ключових змінних величин і можливий інтервал значень цих змінних". При цьому аналізується показник ефективності при трьох граничних станах системи:

1. Песимістичний сценарій, коли всі впливають параметри досягають свого найгіршого значення;

2. Оптимістичний сценарій, коли всі впливають параметри досягають свого найбільш сприятливого для прийнятого показника ефективності значення;

3. Базовий сценарій, коли всі впливають параметри відповідають найбільш ймовірного значення.

В якості типових можуть служити значення впливових параметрів, що відповідатимуть їхнім середнім величинам, що характерно для детермінованих розрахунків.

Коли мова йде про "ймовірності звершення певної події в майбутньому", то важливо розкрити поняття "певна подія", під яким будемо розуміти:

- подія, що сприяє отриманню позитивного результату;

- подія, що не що сприяє отриманню позитивного результату.

Відповідно до цього поділом і проводяться дослідження. Одні досліджують фактор надійності (перший варіант) формулювання події, інші ризики (другий варіант). У теорії ймовірностей доведено, що ймовірності цих двох протилежних подій доповнюють один одного до повного події. Тому немає принципової різниці: дослідити рівень ризику деякого процесу або його надійність.

Традиційно склалося, що в будівництві більшого поширення набули дослідження надійності процесу, а в економічних науках переважає дослідження факторів ризику [116, 119].

У роботах, виконаних у 90-х роках в області організації і планування будівельного виробництва, переважно був використаний детермінований підхід до розрахунку планів, як в складі ПОС, так і ППР [11, 35, 12] застосовувалися класичні методи розрахунку потоків і мережевих графіків, а основна увага зверталася на раціоналізацію режимів виконання робіт. Основу чисельних розрахунків часових параметрів будівельних потоків заклали дослідники М.С. Будніков, В.А. Афанасьєв [7, 8, 18, 19].

Роботи, що базуються на імовірнісному підході, носили одиничний характер, хоча основи теорії організаційно-технологічної надійності були закладені ще на початку 70-х років [32].

У роботах [3, 27, 46, 53], в більшій чи меншій мірі, враховується імовірнісний характер організаційних і технологічних процесів. Практично в

більшості проаналізованих досліджень звертається увага на низьку надійність планів. Одні бачили при цьому проблему в недосконалості застосовуваних методик, за якими розроблялися плани, і обґрунтовували необхідність їх вдосконалення [22, 31, 32, 42, 43, 44, 53], інші звертали увагу на роль процесу управління в забезпеченні надійності досягнення кінцевого результату [35]. Слід очікувати, що ці процеси не можуть розглядатися у відриві один від іншого: надійність кінцевого результату визначається як ефективним плануванням, так і ефективним управлінням реалізацією цього плану.

На основі вищевикладеного, з прийнятною для практичних розрахунків точністю, підсумковий розподіл тривалості робіт за календарним планом будівництва об'єкта можна отримати, не вдаючись до громіздкому моделювання на базі методу Монте-Карло, а розрахувати граничні варіанти тривалості, відповідні оптимістичним і песимістичним сценаріями і, знаючи закон розподілу, можна побудувати функцію надійності, на базі якої і вибирати обгрунтоване значення тривалості, що відповідає заданому уровн надійності.

У цітіруемрй роботі, як і в деяких інших, використовується непрямий підхід в оцінці ризиків, заснований на аналізі вводяться в розрахунок відносних показників. Так, наприклад, в роботі [48] узагальнена модель ОТН має вид:

$$У^{ОТН} = \left(У^{ОН}, У^{ТН}\right);$$

$$У^{ОН} = \frac{З_О^Н}{З_О^Н + \Delta З_О};$$

$$У^{ТН} = \frac{З_Т^Н}{З_Т^Н + \Delta З_Т},$$

де: $У^{ОТН}$ – рівень ОТН проектних рішень;

$У^{ОН}, У^{ТН}$ – рівні оцінок ОТН відповідно організаційних і технологічних рішень;

$З^Н$ – нормативні витрати, які визначаються відповідно організаційними і технологічними рішеннями;

$\Delta З$ – додаткові витрати, визначені відповідно до ризиками організаційних і технологічних рішень.

Інший напрямок досліджень в цій області характеризується розробкою і вдосконаленням методів розрахунку часових параметрів будівельних потоків і мережевих графіків з урахуванням ймовірнісної природи часу виконання окремих робіт в їх складі. Зазначений вище метод стохастичного моделювання "метод Монте-Карло" не дозволяє відстежити вплив окремої роботи на кінцевий результат, що суттєво звужує область його застосування при вирішенні задач коригування розподілу обмежених, як правило, ресурсів по окремим роботам на етапах реалізації календарних планів і етапах управління.

Серед сучасних досліджень в цьому напрямку можна виділити роботи [50-53].

В роботі [50] звертається увага на взаємозв'язок рівня організації та управління будівельної організації та характеру розподілу випадкових значень тривалості виконання робіт (в% до планових) (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 - Залежність виду і параметрів розподілу від рівня організації і управління

Рівень організації і управління	Вид розподілу	Діапазон зміни тривалості		Зсув математичного очікування від величини планової тривалості
		min	max	
Високий рівень	Нормальний закон	50%	150%	100%
Середній рівень	Розподіл Пуассона		>200%	140-145%
Низький рівень	Рівномірний закон розподілу		до 300%	до 200%

Звідси випливає, що вид розподілу термінів закінчення робіт і його параметри (діапазон значень і асиметрії) характеризують організаційно-технологічний і управлінський рівень забезпечення робіт даними виконавцем, що може служити підставою для визначення надійності роботи самого

виконавця через параметри надійності виконання окремих робіт в складі його річний програми.

Також в роботі [17] отримані залежності, що дозволяють розрахувати число кроків, відповідних ефективному горизонту планування. Так для підприємств з високим рівнем організації робіт цей період більш ніж в два рази, для розглянутого прикладу, вище, ніж для підприємства з низьким рівнем організації робіт. З аналізу результатів даної роботи можна зробити важливий для подальших досліджень висновок, що на рівень ОТН впливають не тільки фактори зовнішнього середовища, а й внутрішні особливості організації, і для отримання комплексної оцінки показника надійності їх необхідно розглядати в системному взаємозв'язку.

Аналізуючи роботи [17, 47], слід зазначити, що автор часто для оцінки рівня надійності використовує поняття "ефективний горизонт планування", "найбільш ймовірний термін", тобто йде в бік якісних оцінок, тоді як в даний час більшість досліджень в цій галузі [3, 9, 30, 32, 33, 34] в якості основи використовують кількісні показники, відповідні встановленню ймовірності досягнення того або іншого значення показника ефективності в можливому діапазоні його розкиду навколо середнього.

На основі аналізу досліджень в області визначення рівня ОТН як окремої роботи, так і комплексу робіт в складі календарного плану можна зробити висновок про існування проблеми вибору закону розподілу часу їх виконання.

Основною складністю при цьому є відсутність можливості набору статистики по кожній роботі в її можливих реалізаціях. Ця особливість є типовою для організаційно-технологічних та економічних процесів, на відміну від технічних, коли можна необхідну кількість разів повторювати досвід, щоб отримати дані необхідного рівня достовірності. Наприклад, час виконання механізованої операції бульдозером, екскаватором і т.д., коли час незначне і дозволяє в реальні відрізки часу отримати необхідну кількість даних, тим більше, що при цьому легко виконати умову, що кожна елементарна реалізація протікає в порівнянних з іншими умовах.

Складніше, коли необхідно визначити ймовірні параметри окремої роботи в складі календарного плану будівництва об'єкта. Очевидно, що кожен об'єкт в загальному випадку унікальний, кожна робота має значну тривалість і не може бути дубльована в порівнянних умовах, за винятком, мабуть, будівництва типових об'єктів. Область застосування таких об'єктів в сучасних умовах вкрай обмежена. Виникає проблема визначення імовірнісних параметрів окремої роботи, виконання якої передбачається в майбутньому, в загальному випадку робота унікальна, має значну тривалість в часі. Все це виключає можливість накопичення необхідної кількості реалізацій для теоретично коректного визначення параметрів розподілу, наприклад, часу виконання робіт.

Для виходу з цієї ситуації деякі дослідники пропонують проведення статистичного моделювання на основі методу Монте-Карло [3] в інших випадках, також досить часто зустрічаються [17] застосовують так званий сьогодні "метод сценаріїв" - метод аналізу ризику проекту. У загальному випадку процедура використання даного методу в процесі аналізу інвестиційних ризиків включає виконання наступних етапів:

- визначають кілька можливих значень контрольованого параметра, найчастіше це оптимістичне його значення, песимістичне і найбільш ймовірне;

- кожному варіанту привласнюють очікувану ймовірність її появи.

Проект, якому відповідає найменше відхилення, вважається менш ризиковим.

Очікуване значення контрольованого параметра в цьому випадку визначається за формулою:

$$K_{ож} = \sum_{i=1}^{3} p_i K_i ; \qquad (2.1)$$

- стандартне відхилення (середнє відхилення):

$$\sigma_к = \sqrt{\Sigma p_i \left(K_i - K_{ож}\right)^2} ; \qquad (2.2)$$

– коєфіціент варіації:

$$CV = \frac{\sigma_к}{K_{ож}} \qquad (2.3)$$

У сучасних умовах сфера застосування даного методу доцільна на етапі прийняття інвестиційного рішення. Якщо приймається позитивне рішення, то далі, при більш детальному опрацюванні етапів оцінки економічної ефективності, можуть застосовуватися більш трудомісткі методи, наприклад, "метод Монте-Карло". Однак і в ньому містяться елементи методу сценаріїв, коли генерування випадкового значення тривалості виконання конкретної роботи проводиться всередині виділеного діапазону можливих значень - оптимістичного і песимістичного.

"Метод сценаріїв" в більшості джерел визначається як суб'єктивний метод, який базується на даних експертного аналізу [17, 35]. Дана особливість випливає із самої сутності цього підходу, який базується на основних положеннях теорії прийняття рішення в частині вибору виду оціночної функції. У загальному вигляді вибір оптимального варіанту проводиться за допомогою критерію [81]:

$$E_o = \left\{ E_{io} / E_{io} \in E \Lambda l_{io} = \max_i l_i \right\}. \qquad (2.4)$$

Це правило вибору читається так: безліч E_o оптимальних варіантів (можливий і єдиний) складається з тих варіантів E_{oi}, які належать множині E всіх варіантів і оцінка l_{io} (логічний знак Λ читається як "и" і вимагає, щоб обидва пов'язують їм твердження були правдиві).

На основі наведеного загального критерію в теорії прийняття рішень, розроблено кілька приватних критеріїв, з яких до методу "сценаріїв" найбільшою мірою підходить так званий критерій Гурвіца, відповідно до якого

оцінна функція знаходиться між точками зору граничного оптимізму і крайнього песимізму.

$$l_{ir} = C \min_j l_{ij} + (1 - C) \max_l l_{ij}, \qquad (2.5)$$

де C – ваговій множник.

При C = 1 даний критерій зводиться до єдиної песимістичній оцінці і при C = 0 - до оптимістичної. В даному джерелі робиться висновок: "звідси ясно, яке значення має ваговій множник. У технічних додатках правильно вибрати той множник буває також важко, як правильно вибрати критерій. Тому, найчастіше, множник C = 0,5 без заперечень приймається в якості деякої" середньої " точки зору".

З наведеного випливає, що і теорія, на базі якої розроблено метод сценаріїв, не дає навіть рекомендацій щодо зниження суб'єктивного впливу на вибір вагових коефіцієнтів. Очевидно, коли немає кількісних підходів, вдаються до якісних, найпоширенішим з яких є експертний метод. Для оцінки якогось окремого імовірнісного процесу такий підхід може мати місце, однак, коли аналізується система організаційно-технологічних взаємопов'язаних робіт в складі календарного плану будівництва, немає можливості по кожній роботі проводити експертне опитування, необхідний дещо інший підхід до вирішення даного завдання.

На основі вищевикладеного проведемо заключний аналіз даного підходу до оцінки рівня об'єктивності по кожному з параметрів, що входять в розрахункові формули.

Таблиця 2.4 - Аналіз впливу фактора об'єктивності в розрахунку параметрів за методом "сценаріїв"

Рівень об'єктивності у визначенні параметра	Високий	Середній	Низький
Наіменування параметра	$l_{\max}$ $l_{\min}$	l_{HB}	C
Рівень впливу на результат	Середній	Середній	Високий

Як видно з наведеної табл. 2.4, найбільш суб'єктивний параметр C справляє визначальний вплив на результат. У той же час, визначення меж можливих значень розподілу деякої випадкової величини може бути досить точно розраховано на основі аналізу впливають на цей параметр величин з визначенням функціонального взаємозв'язку їх між собою.

Для прикладу розглянемо імовірнісний процес виконання окремої роботи. Нехай потрібно визначити ймовірність часу t закінчення виконання деякого невипадкового обсягу робіт V_k. Функціональна взаємозв'язок впливають параметрів визначається відомою залежністю:

$$t = V / I, \qquad (2.6)$$

де: I – інтенсивність виконання робіт (випадкова величина).

На основі аналізу попередніх реалізацій даної роботи в порівнянних умовах представляється можливість на підставі стандартної статистичної обробки даних об'єктивно визначити закон розподілу інтенсивності (продуктивності) даного виду роботи конкретним виконавцем (ланка, бригада).

У наведеному виразі ми маємо дві випадкові величини t та I, а V за умовою є величина фіксована V_k. У такій постановці завдання є типовою для опису процесів в будівництві. В даному випадку розглядається найпростіша ситуація - окрема, ізольована від впливу суміжних, робота.

Як зазначалося, на основі аналізу минулих реалізацій ми можемо досить об'єктивно встановити граничні значення інтенсивності - оптимістичну $I_{опт}$; песимістичну $I_{пес}$. В роботі [7] наводиться гістограма інтенсивностей монтажу великопанельних будинків (м³ / добу), по якій видно, що розподіл симетрично і може бути описано нормальним законом розподілу (рис. 2.4).

Необхідно визначити закон розподілу імовірнісного параметра t за умови, що I має нормальний закон розподілу.

У багатьох роботах [3, 9, 30,45], тривалість виконання комплексу робіт приймалася розподіленої за нормальним законом, а також в деяких випадках, коли виявлялася асиметрія, по так званому β-розподіленню [3, 30]. Формула закону розподілу має вигляд в інтервалі часу закінчення роботи $t_{нес}$, $t_{опт}$:

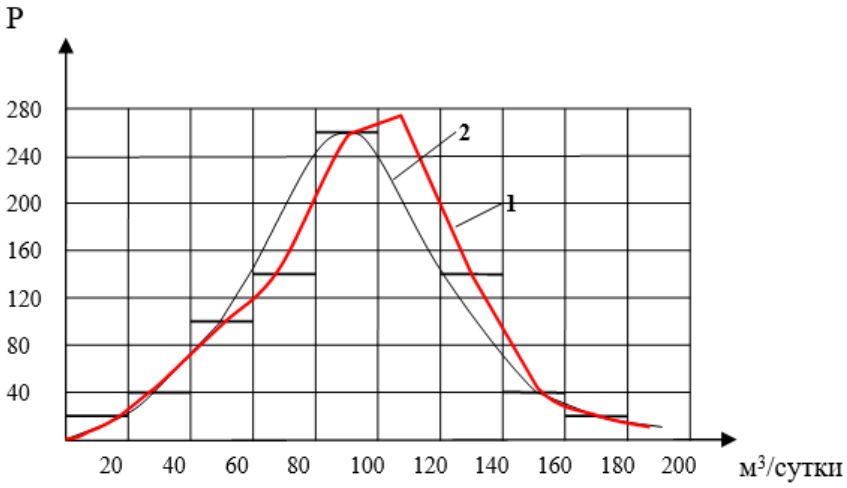


Рисунок 2.4 - Гістограма і графіки фактичного (1) і теоретичного (2) розподілу ймовірностей інтенсивності монтажу

$$p(t) = \frac{12}{(t_{нес} - t_{опт})^4} \cdot (t - t_{опт}) \cdot (t_{нес} - t)^2 \qquad (2.7)$$

Привабливість цього виду розподілу в тому, що він дозволяє зменшити число вихідних параметрів і робить можливим моделювання значень часу виконання робіт на основі двох поставлених оцінок.

Математичне сподівання для даного закону розподілу має вид:

$$m = \frac{3t_{опт} + 2t_{нес}}{5} \qquad (2.8)$$

Тепер видно природа отримання формули (1.7), яка часто наводиться в літературних джерелах без вказівки природи її отримання.

Порівняємо математичні очікування випадкових величин, розподілених за нормальним законом і β-розподіленню.

Відповідно до визначення нормального закону, він є симетричним з центром розсіювання m. Приймемо з високим рівнем імовірності діапазон розподілу для обох видів від $t_{опт}$ до $t_{пес}$. Різницю в математичних очікуваннях будемо розглядати як показник "асиметрії" β-розподілення по відношенню до нормального:

$$\frac{3t_{опт}+2t_{пес}}{5} - \frac{t_{опт}+t_{пес}}{2} = асим.$$

Після приведення до десятковим дробям і нескладних перетворень отримаємо:

$$t_{опт}(0{,}6-0{,}5)+t_{пес}(0{,}4-0{,}5)=асим.$$

і остаточно:

$$0{,}1(t_{опт}-t_{пес})=асим. \qquad (2.9)$$

Звідси випливає висновок, що β-розподілення завжди асиметрично в сторону оптимістичних значень, так як за умовою $t_{опт}<t_{пес}$ і величина асиметрії становить постійну частину (0,1) від діапазону зміни параметра. Ця однозначність звужує діапазон можливого застосування даного закону розподілу, так як не встановлюється причина появи асиметрії, яка має жорстку прив'язку до інтервального відрізку значень параметра.

Раніше вже зазначалося при аналізі літературних джерел [34, 44], що показник асиметрії є індикатором рівня організаційно-технологічної надійності роботи організації, причому асиметрія при зниженні цього рівня збільшується. Тому застосування закону розподілу, який у всіх випадках дає одне і те ж значення асиметрії, може бути тільки в окремо визначених випадках. З цього можна зробити висновок, що закон β-розподілення не може бути універсальним для використання при оцінці рівня ОТН виконання робіт.

Слід очікувати, що поява асиметрії в законі розподілу випадкової величини має характеризуватися деякими впливають факторами, які для будівельного виробництва визначаються конкретними умовами виконання робіт.

Проведений аналіз показав, що в загальному випадку розподіл часу закінчення робіт є несиметричним і асиметрія показує внутрішні тенденції, які мають місце в роботі виробничої системи. Симетричне розподіл характерний для виконання одиничних процесів, які виконуються в незмінних, стабільних умовах, що в будівельному виробництві зустрічається досить рідко.

2.3 Архітектурно-конструктивні аспекти реалізації адміністративного об’єкта

Дана будівля– призначена для короткочасного перебування людей, у зв'язку із здійсненням в них різних функціональних процесів

- клас будівлі по ступеню довговічності = 1;
- клас будівлі по ступеню вогнестійкості = 1;
- фундаменти – що окремо стоять під колони;
- огороджувальні конструкції – керамзитобетонні панелі, окремі ділянки - цегляні стіни;
- перекриття і покриття - плити залізобетонні;
- у 3-х поверхах розташовані адміністративні приміщення.

Адміністративна будівля розташована в Ордженикідзовському районі міста Запоріжжя.

Об'ємно-планувальні рішення

Дана будівля в плані має розміри 30,7х 15,0 м, поверховість – 3 поверхи над рівнем денної поверхні. Висота поверхів – 3,3 м.

У трьох поверхах розташовуються:

- вестибюльна група приміщень;
- приміщення персоналу обслуговуючого видавничий будинок;
- виробничі приміщення;

- адміністративні приміщення;
- бізнес центр (приміщення для переговорів);
- приміщення для культурних,ділових заходів;

Загальна висота будівлі від рівня денної поверхні –15,7 м.

Сходова клітка запроектована як незадимлювана. Сходи двох маршеві, виконана із збірних залізобетонних елементів, з опорою на сходові майданчики. У вхідному вузлі сходів – з окремих бетонних набірних ступенів. Сходова клітка має штучне освітлення. Всі двері по сходовій клітці і в тамбурі відкриваються у бік виходу з будівлі. Огорожа сходів виконується з металевих ланок, а поручень фанерований деревиною.

Архітектурно - конструктивне рішення

У складі приміщень комплексу, окрім основного елементу – видавничих кабінетів, запроектовані такі приміщення:

- кімната відпочинку персоналу;
- кабінет головного бухгалтера;
- кабінет генерального директора;
- кабінет головного технолога;

Позитивна сторона такого рішення - це максимальне забезпечення комфортності обслуговування відвідувачів.

Фундаменти. Під адміністративну будівлю запроектовані окремо стоячі фундаменти під колони.

Огороджувальні конструкції.

Будівля запроектована в збірному залізобетонному каркасі, із зовнішніми несучими стінами керамзитобетонних панелей γ = 1200 кг/м³ завтовшки 300 мм. Окремі ділянки стін виконані з силікатної цегли М 100 на розчині М 50 завтовшки 380 мм.

Застосовуються перегородки з гіпсових панелей фірми « КНАУФ » завтовшки 100мм і 125 мм – тип панелі ГКЛ, в санвузлах тип панелі GKBI (вологостійкі) і із звичайної глиняної цегли М 75 на розчині М50 завтовшки 120 мм.

Покриття над основною частиною будівлі запроектоване у вигляді експлуатованого даху. Конфігурація даху складна, виконана в різних рівнях. Підлога даху запроектована з ухилом 1,5% і фанерований керамічними плитками. Склад покрівлі – захисний шар гравію; три шару руберойду; плитковий утеплювач «Rockwool»; пароізоляція.

Вікна і вітражі значною мірою визначають ступінь комфорту в будівлі і його архітектурно-художнє рішення. Вікна і вітражі підібрані по стандартах, прийнятих в Україні, відповідно до площ освітлюваних приміщень.

Для забезпечення швидкої евакуації всі двері відкриваються назовні по напряму руху на вулицю виходячи з умов евакуації людей з будівлі при пожежі. Дверні коробки закріплені в отворах до дерев'яних пробок, антисептиком, що просочується, закладається в кладку під час кладки стенів. Для зовнішніх металлопластикових дверей і на сходових майданчиках, в тамбурі, коробки влаштовують з порогами, а для внутрішніх дверей - без порогів. Скління внутрішніх дверей здійснюється непрозорим склом завтовшки 4 мм. Двері в сходовій клітці що самозакриваються з ущільненням в притворах. Двері обладналися ручками, клямками і врізними замками.

Підлоги в громадських будівлях повинні задовольняти вимогам міцності, опірності зносу, достатньої еластичності, безшумності, зручності прибирання.

Покриття підлоги в приміщеннях прийняте наступне:

- у приміщеннях з вологим режимом експлуатації з керамічної плитки;
- у решті приміщень з штучного паркету.

Стягування виконується з розчину по звукоізолюючих плитах, звукоізоляційним шаром, що є.

Зовнішнє оздоблення: Цокольна частина фанерована гранітними плитами білого кольору. Стіни зовні забарвлені фасадною акриловою фарбою.

Внутрішнє оздоблення: У оздобленні застосовуються шпалери текстур, а також забарвлення стін водоемульсійною фарбою. При цьому в основному використовуються світлі і бежеві тони. У інтер'єрах використовується архітектурний декор.

Поверхня стін в санвузлах облицьовувалася керамічною плиткою. У санвузлах підлоги виконані з керамічної плитки. Стелі забарвлюються.

Для всіх приміщень передбачається система кондиціонування. Використовується система прямоточного кондиціонування повітря з використанням неавтономного кондиціонера КНУ-1.2. Подача повітря здійснюється з параметрами t = 20-22 º С; φ = 40 %; υ = 0,3 м/с. Для санвузлів передбачена система природної вентиляції в повітряних колодязях, які пронизують будівлю по всій висоті.

Водопостачання. Холодне водопостачання запроектоване від внутрішньоквартального колектора водопостачання з одним введенням. Вода подається по внутрішньобудинковому магістральному трубопроводу.

Навколо будівлі виконується магістральний пожежник господарський - питний водопровід з колодязями, в яких встановлені пожежні гідранти.

Каналізація. Каналізація виконується внутрішньодворова з врізанням в колодязі внутрішньоквартальної каналізації. З кожної секції виконуються самостійні випуски господарської фекальної і дощової каналізації.

Енергопостачання виконується від міської підстанції з живленням двома кабелями - основним і резервним. Живлення приміщень проводиться через загальний розподільний щит і електричний лічильник встановлений на кожному поверсі.

3. ВПЛИВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА НАДІЙНІСТЬ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Моделювання режимів управління при реалізації проєкту

Надійність організаційної системи визначається ймовірністю того, що в довільний момент часу значення контрольованих параметрів (за якими система визначає своє поточні положення) не виходять за межі допустимих відхилень.

Відповідно до положень теорії надійності, виробничі системи в процесі цілеспрямованого функціонування можуть перебувати в двох станах:

- працездатному (відповідному визначенню надійності);

- непрацездатному (відповідному визначенню ризику).

Як зазначалося в роботах [6, 35], перехід системи з працездатного стану в непрацездатний характеризується відмовою. На відміну від технічних систем, як вже зазначалося раніше, в організаційних системах цей перехід не є миттєвим (раптовим), а плавним "параметричним". При параметричних відмовах відбувається поступове накопичення негативних тенденцій в системі і завдання управління полягає в виявленні стійких негативних тенденцій на їх ранній стадії появи, в результаті збільшується час для їх компенсації ще до досягнення межі допустимих відхилень. Таким чином, управління виключає або зменшує ймовірність появи відмови і тим самим підвищує в цілому надійність функціонування системи. Параметричний відмова - це не припинення роботи організаційної системи, на відміну від технічної, а продовження роботи з параметрами гірше планових. В період відмови система управління докладає зусиль для повернення параметрів в планові кордону і переведення системи управління в працездатний стан.

Надійність (організаційних систем) проявляється при зіставленні планованих і реалізованих результатів виконання роботи в задані (контрольовані) моменти часу. ОТН розглядається як очікувана надійність

майбутнього результату деякого виробничого процесу в умовах даної організації.

Управлінська надійність - це забезпечується суб'єктом управління надійність організаційної системи «суб'єкт-об'єкт управління».

Таким чином, ОТН - це надійність плану, а управлінська надійність це надійність роботи системи управління по реалізації цього плану.

У зв'язку з цим важливо виділити основні фактори, що впливають на надійність досягнення результату (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 Основні фактори, що впливають на надійність організаційно-виробничих систем

ОТН	Управлінська надійність
1. Ступінь морального зносу застосовуваної технології	1. Рівень менеджменту в системі суб'єкта управління
2. Зношеність будівельної техніки	2. Наявність резервних ресурсів
3. Чисельний і кваліфікаційний склад виконавців	3. Можливість впливати на інтенсивність виконання робіт об'єктом управління
4. Рівень менеджменту в системі об'єкта управління	4. Здатність компенсувати негативний вплив зовнішнього середовища
5. Якість проектно-кошторисної документації	5. Достовірність і своєчасність інформації про стан об'єкта управління
6. Своєчасність і якість матеріалів і конструкцій	
7. Рівень організації виробництва	
8. Трудова дисципліна	

Для оцінки надійності деякого параметричного процесу поряд з поняттям надійності використовують "коефіцієнт готовності" [35] - "ймовірність того, що об'єкт виявиться в працездатному стані в довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких застосування об'єкта за призначенням не передбачається ".

Коефіцієнт готовності визначається як частина часу від загального часу спостереження за даним об'єктом, протягом якого об'єкт перебуває в працездатному стані (рис. 3.2). При реалізації параметричного процесу

чергуються випадкові періоди часу працездатного T_i стану і непрацездатного $T_i^{(H)}$.

В роботі [35] наводиться формула коефіцієнта готовності при $t \to \infty$:

$$k_г = \frac{m_t}{m_t + m_t^H}, \qquad (3.1)$$

де m_t та m_t^H - відповідно математичні очікування часу працездатного і непрацездатного станів.

Для процесу управління важливо не тільки значення $k_г$ деякого параметричного процесу, а й динаміка наростання невизначеності контрольованого параметра в часі. Для збереження спільності теоретичних викладок в даному випадку в якості базової вибираємо "віялову" функцію, полюс якої має невипадкові координати, що відповідають стану виробничої системи на момент проведення поточного контролю. До наступного моменту управлінського впливу процес розвивається під впливом випадкового дрейфу контрольованого параметра в межах його можливих значень. У зв'язку з цим необхідно визначити функцію наростання невизначеності (швидкості неузгодженості параметра від детермінованого стану до сталого, що визначається $k_г$). Встановлено, що при незмінних значеннях m_t і m_t^H стаціонарний режим настає тим повільніше, чим менше дисперсія випадкової величини $T_i^{(O)}$.

Функція наростання невизначеності від моменту контролю $(t = 0; k_г = 1)$ представляется в виде [35]:

$$\Gamma(\mathrm{t}) = \frac{1}{(1+\rho)}\left\{1 + \rho \exp\left[-\mu(1+\rho)t\right]\right\}, \qquad (3.2)$$

де:

$$\rho = \frac{m_t^H}{m_t}; \tag{3.3}$$

$$\mu = \frac{1}{m_t^H}. \tag{3.4}$$

При збільшенні ρ стаціонарний режим встановлюється швидше (пунктирна лінія рис. 3.1), також при збільшенні μ швидше настає стаціонарний стан контрольованого процесу.

У вираженні 3.2 параметр відображає рівень надійності, який в даному випадку виступає як коефіцієнт готовності тих організаційно-технологічних рішень, які закладені в календарному плані будівництва. Дійсно, якщо порівнювати формули 3.1 і 3.3, то легко помітити, що вони пов'язані наступною залежністю:

$$k_г = \frac{1}{1+\rho}. \tag{3.5}$$

Графік залежності (3.2), представлений на рис. 3.1, показує, що чим нижче рівень ОТН, закладений в план робіт, тим длительней період, коли система досягає стійкого стану, тобто $Г(t) = N$. Аналіз залежності і графіка показує, що можна на їх основі визначити проміжок часу від моменту попереднього контролю, коли $Г(t) = 1$, до моменту, коли, $N_{ТР} \geq N_{ПЛ}$, де $N_{тр}$ - рівень необхідної надійності, і після цього періоду настає період відмов. В даному випадку під відмовою розуміється подальше функціонування виробничої системи, проте з надійністю менш заданої.

Так, при розрахунку часових параметрів роботи визначалися, $t_{эт}^N$ - відповідно оптимістичне і песимістичне час виконання деякого невипадкового обсягу робіт $V_{эт}$, а також час $t_{эт}^N$ - відповідне виконання даного обсягу робіт із заданою надійністю N (рис. 3.2).

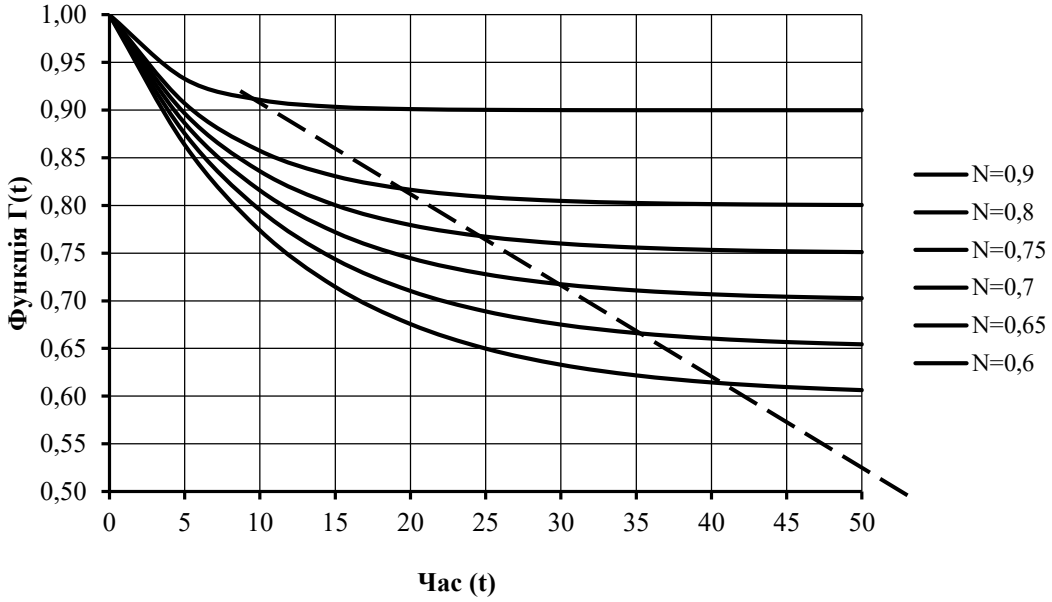


Рисунок 3.1 – Інтенсивність зниження коефіцієнта готовності від рівня ОТН плану

На основі цього можна визначити математичні очікування періоду працездатного і непрацездатного станів, що мали місце під час виконання заданого обсягу робіт *V эт*:

$$m_t = t_П \cdot N; \tag{3.6}$$

$$m_t^H = t_П \cdot (1 - N). \tag{3.7}$$

Використовуючи прийоми логарифмирования, знайдемо з виразу (3.2) час t, при якому процес досягне $k_г$:

$$t = \frac{\left(\ln\left[k_г + k_г \cdot \rho - 1\right] - \ln \rho\right)}{\left[-\mu(1+\rho)\right]}. \tag{3.8}$$

Після нескладних перетворень отримаємо:

$$t = \frac{\ln\left(\dfrac{k_г(1+\rho)-1}{\rho}\right)}{-\mu(1+\rho)} \tag{3.9}$$

Як видно з наведених формул, основою для них є m_t^H і m_t. Для кожного ймовірного параметричного процесу може бути задана ймовірність досягнення кінцевого результату (надійність).

В отриманій формулі (3.9) параметр $k_г$ відповідає необхідному з позицій управління рівнем надійності досягнення кінцевого результату $N_{тр}$, а ρ відповідає сучасному рівню ОТН календарного плану будівництва.

На основі формули (3.9) представляється можливість розрахувати проміжок часу до настання чергової відмови системи. Знаючи періоди настання відмов, система управління може заздалегідь підготуватися до усунення можливих негативних наслідків або прийняти певні попереджувальні заходи. В цьому випадку, накопичивши до моменту часу очікуваного відмови додатковий запас ресурсу, за рахунок ефективних управлінських впливів скорочується період відновлення системи, що в підсумку призводить до збільшення періоду працездатного стану і відповідно збільшення надійності досягнення кінцевого результату.

Графік залежності, побудований на підставі виразу (3.9) (рис. 3.2) якісно аналогічний отриманому раніше для функції $Г(t)$ рис. 3.1.

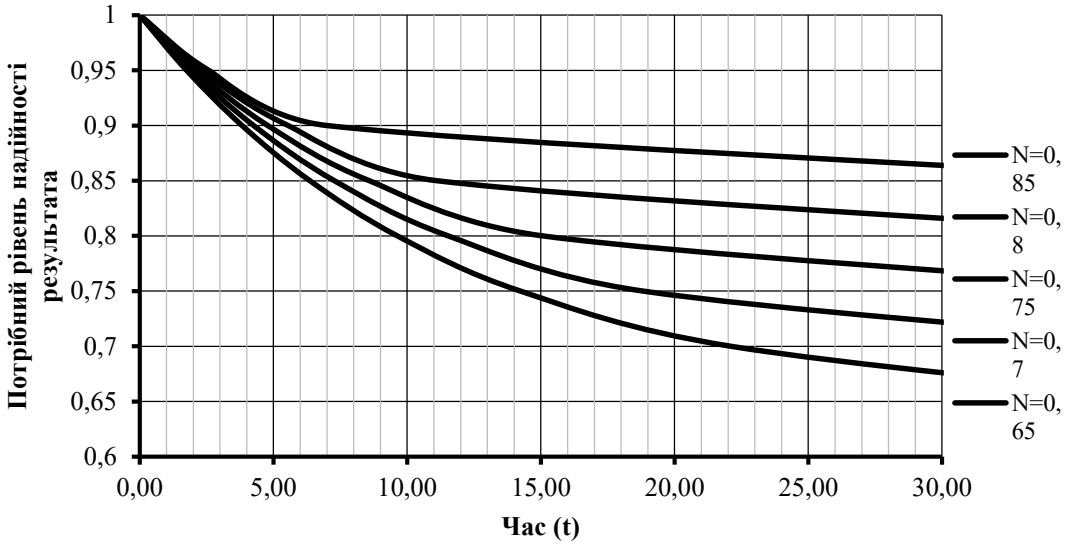


Рисунок 3.2 - Залежність тривалості між двома суміжними етапами управління від рівня ОТН плану і необхідної надійності результату

Звідси можна визначити тенденцію в зміні тактики управління процесом виконання робіт в залежності від двох основних визначальних чинників ρ як відображення закладеного в плані рівня ОТН і необхідного рівня надійності кінцевого результату $k_г$. Отримані результати дозволяють однозначно стверджувати про можливість впливу за допомогою вибору режиму управління на надійність досягнення кінцевого результату, причому цей рівень надійності вище, ніж вихідний, закладений в плановому завданні. З отриманої залежності випливає загальна тенденція: чим нижче ОТН і вище необхідна надійність результату, тим коротше тривалість етапу працездатного стану системи і тим вище відповідно інтенсивність управлінського впливу на об'єкт управління.

Під інтенсивністю управління в даному випадку розуміємо кількість етапів управління в одиницю часу $i = \frac{1}{t_{эт}}$, що відповідає інтенсивності відмов в системі.

Під етапом управління мається на увазі проміжок часу, що складається з двох підетапів (рис. 3.3):

А. Ухвалення рішення:

- аналіз реально досягнутих результатів на попередньому етапі робіт;
- порівняння досягнутих результатів з плановими;
- розробка, якщо це необхідно, заходів по компенсації небажаних відхилень (відставання від планових термінів виконання робіт, зниження кінцевих показників ефективності виконання етапу або проекту, пр.);

Б. Реалізація рішення:

- перерозподіл власних ресурсів;
- залучення додаткових ресурсів;
- вибір нових режимів і методів виконання робіт;
- висновок реального обсягу виконаних робіт на планову траєкторію.

Таким чином, протягом етапу управління до закінчення періоду $t_{пр}$ проводиться з'їм інформації про реальний хід виконання робіт, порівнюється

поточне значення $V_p f(t)$ з плановим $V_{пл} f(t)$ і при наявності відставання $t_{отс}$ робляться зусилля, щоб за період t_p забезпечити виконання заданого обсягу робіт $V_{эт}^{(n-1)}$ в термін $t_{эт(p)}^{n-1} \le t_{эт(пл)}^{n-1}$.

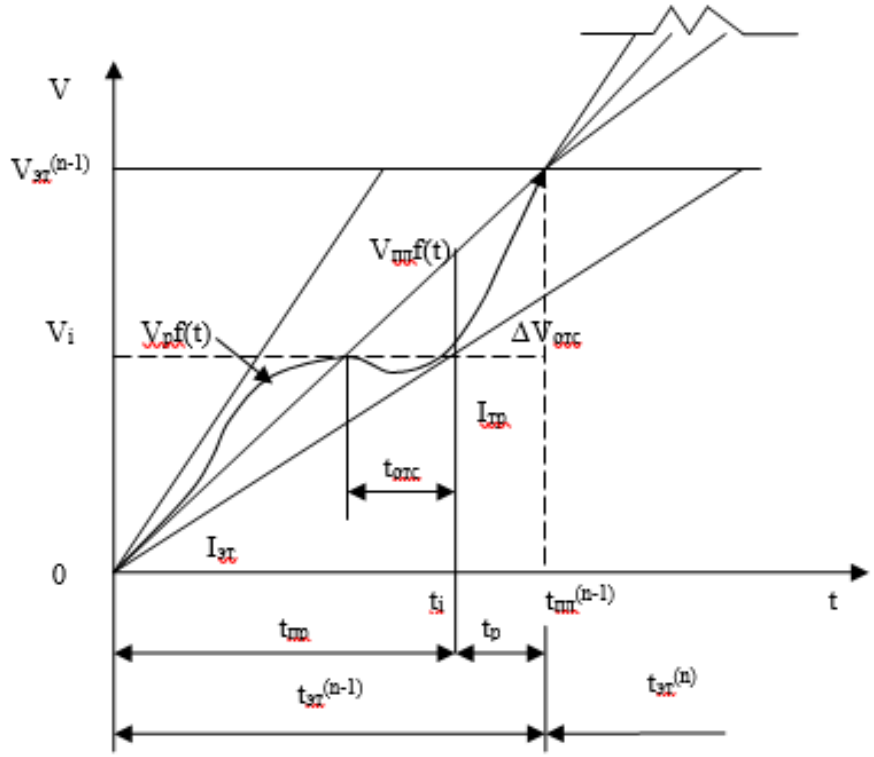


Рисунок 3.3 - Структура етапа управління

При такій організації управління виробничим процесом до кінця кожного етапу матимемо невипадкові координати (V_i; t_i) точки, від якої починається наступний етап виконання робіт.

Блок-схема послідовності дій щодо коригування режимів виконання роботи за підсумками за попередній період представлена на рис. 3.4.

Як випливає з наведеної блок-схеми, можливі два шляхи коригування по компенсації можливих відставань в передбачені планом терміни.

Перший шлях має місце тоді, коли потрібне збільшення інтенсивності робіт для компенсації накопичених до даного моменту часу відставань компенсується внутрішніми ресурсами, тобто підвищенням інтенсивності робіт, так як виконується умова $I_O > I_{mp}$ і забезпечено поставками ресурсів з

підвищеною інтенсивністю. Коли виконуються одночасно ці дві умови, можна вважати, що умова можливості бути реалізованим виконується (в блок-схемі це умова позначено логічним елементом "І").

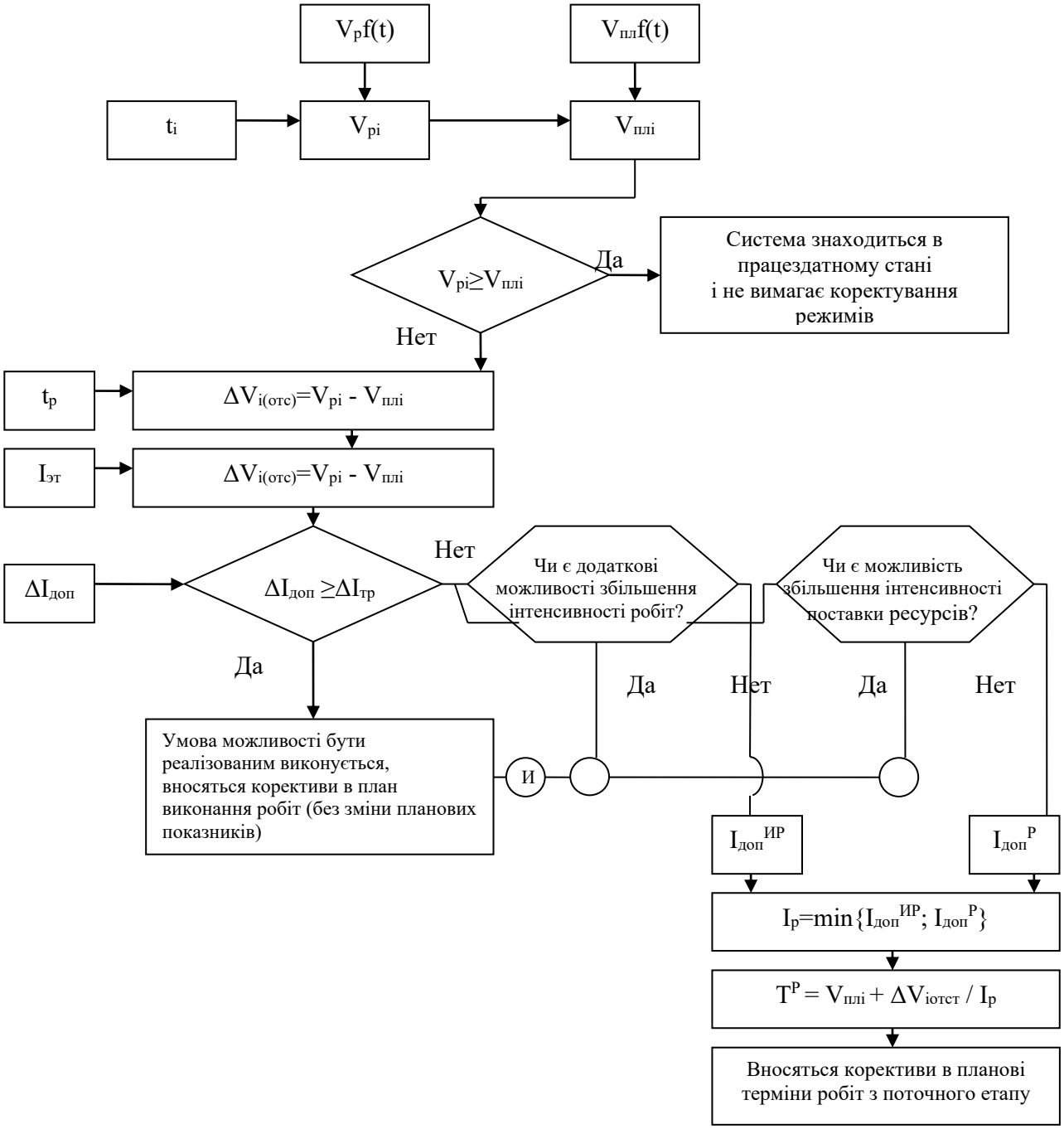


Рисунок 3.4 – Блок-схема коригування режиму виконання робіт для компенсації виниклого відставання [61]

Другий шлях коригування виникає тоді, коли перша умова можливості бути реалізованим не виконується, в тому числі і за рахунок залучення

додаткових ресурсів (або їх відсутність). У цьому випадку режим коригування вибирається з умови максимально можливої інтенсивності робіт за рахунок внутрішніх ресурсів $I_p = \min\left\{I_{доп}^{HP}; I_{доп}^{P}\right\}$ (рис.3.4). Очевидно, що при цьому планові терміни виконання робіт $t_{пл}$ будуть порушені і завдання полягає в мінімізації цього відставання в надії, що на наступних етапах управління все ж вдасться компенсувати це відставання і вивести показники виконання роботи на плановий рівень.

Як приклад розглянемо інтенсивність відмов і відповідно необхідну інтенсивність управління для плану, який має ОТН на рівні $N = 0{,}65$ для різних значень $N_{тр}$. Очевидно, що завдання має сенс для умови $N_{тр} > N_{отн}$. У разі, $N_{тр} = N_{отн}$ $t_{ЭУ} \to \infty$ тобто закладена в план надійність забезпечується за рахунок самоврядування і не потрібно додаткових управлінських впливів. З іншого боку, чим більша різниця між $N_{тр}$ і $N_{отн}$, тим вище інтенсивність відмов. Дані тенденції наочно видно на графіку (рис. 3.5), який побудований за наведеними вище даними.

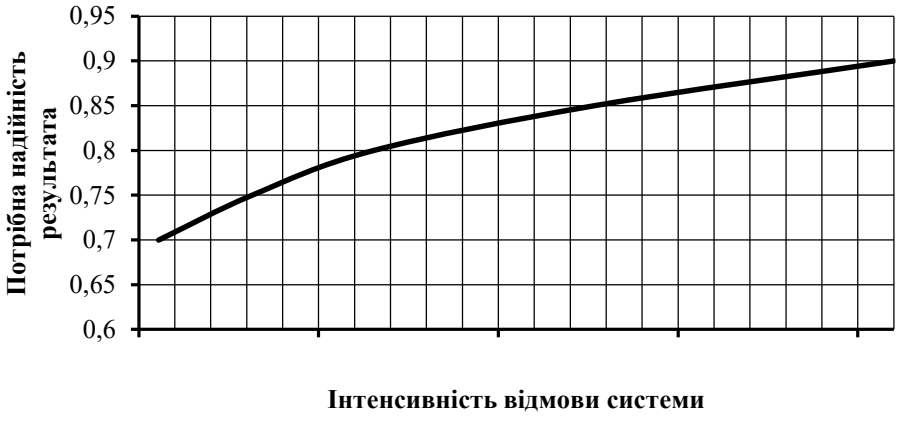


Рисунок 3.5 – Залежність інтенсивності відмов і управлінського впливу від необхідного рівня надійності

Максимальна інтенсивність відповідає режиму безперервного управління, коли керований процес вельми нестійкий, має низький рівень саморегулювання

і, отже, процес управління ним набуває характеру оперативного (постійного контролю).

3.2 Аналіз управлінської динаміки для забезпечення гарантованої якості виконання робі

Критерієм ефективності управління є забезпечення заданого рівня надійності досягнення кінцевого результату.

При виборі сценарію управління спеціалізованим потоком розглядалися для порівняння варіанти з прямолінійною і опуклою траєкторією виконання робіт. Раціональний діапазон значень надійності вибираємо відповідно до рекомендацій розділу 2: 0,6-0,8. Надалі приймалося, що на першому етапі (при опуклою траєкторії) необхідне значення надійності досягнення проміжного результату $k_{г(Iээ)} = 0{,}6$, а завершального $k_{г(IIэI)} = 0{,}7$. За даних умов був виконаний розрахунок значень $t_{эу}$ інтенсивності управління для двох спеціалізованих потоків - пристрій каркаса і кладка зовнішніх стін з газобетону. Нижче наведено фрагмент цього розрахунку (табл. 3.2, 3.3).

Таблиця 3.2 Опукла траєкторія P = 0,8

Перший етап 1-5 поверхи

T(N=0,6)	11				
N	0,55				
mt	6,05				
mt(н)	4,95				
ρ	0,82				
μ	0,20				
$k_г$	0,6	0,65	0,70	0,75	0,80
t(эу) дек.	5,98	4,09	2,99	2,21	1,60
Інтенсивність	0,17	0,24	0,33	0,45	0,62

Продовження таблиці 3.2

Другий етап 6-10 поверхи

T(N=0,7)	13,1				
N	0,75				
mt	9,825				
mt(н)	3,275				
ρ	0,33				
μ	0,31				
$k_г$	0,6	0,65	0,70	0,75	0,80
t(эу) дек.	5,98				3,95
Інтенсивність	0,17				0,25

Значення середньозваженої по етапах виконання робіт інтенсивності управління розраховувалося за формулою:

$$I_{CB} = \frac{\left(I_{(1-5)} \cdot t_{(1-5)} + I_{(6-10)} \cdot t_{(6-10)}\right)}{\left(t_{(1-5)} + t_{(6-10)}\right)}. \qquad (3.10)$$

Аналіз даних табл. 3.2 показує одне з переваг опуклою траєкторії виконання робіт, яке полягає в суттєвому зменшенні інтенсивності настання відмов по відношенню до прямолінійної траєкторії.

Таблиця 3.3 Параметри режиму управління спеціалізованим потоком по влаштуванню каркаса

$k_г$ = 0,8	t ет. робіт	t(эу)	I
1. Прямолінійна траєкторія P=0,5 T=20дек.	20	2,55	0,39
2. А. прямолінійна траєкторія P=0,6,T=21,6 дн.	21,6	3,59	0,28
2.Б опукла траєкторія P=0,6	21,6	I(св)=5,70	0,18
Перший етап 1-5 поверхи. ($k_г$ = 0,6)	9	2,37	0,42
Другий етап 6-10 поверхи. ($k_г$ = 0,8)	12,6		
3. Опукла траєкторія P=0,8.	24,1	I(св)	0,21
Перший етап 1-5 поверхи. ($k_г$ = 0,6)	11	5,98	0,17
Другий етап 6-10 поверхи. ($k_г$ = 0,8)	13,1	3,95	0,25

Так, для другого варіанту 2А і 2Б (табл. 3.3) середньозважена інтенсивність відмов за весь період виконання спеціалізованого потоку по опуклою траєкторії нижче на 36%. У розрахункових таблицях зустрічаються клітини, в яких відсутні відповідні значення параметрів $t_{эу}$ і I. Це має місце в тих ситуаціях, коли виконується умова $k_г < OTH$. Як зазначалося раніше, в цьому випадку необхідний рівень надійності досягається за рахунок внутрішнього самоврядування виконанням робіт і роль зовнішнього управління зводиться до періодичних контрольних дій по зняттю накопичується невизначеності. Отримані дані у [41] дозволяють побудувати епюру інтенсивностей відмов по кожному з розглянутих спеціалізованих потоків і сумарну по фрагменту календарного плану (рис. 3.6).

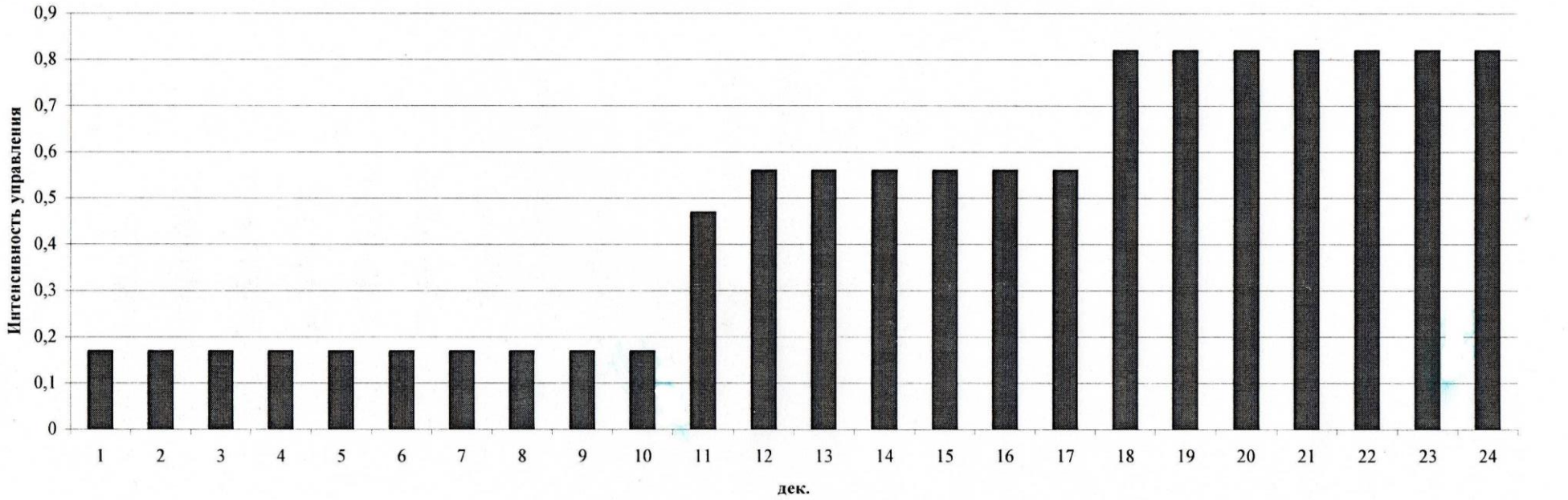
З епюри видно, що закладене в розрахунок вимога про підвищення рівня надійності на завершальному етапі відповідно призводить до наростання інтенсивності відмов і управлінської активності як для спеціалізованих потоків, так і для сумарного.

Очевидно, що для таких епюр застосовні існуючі в плануванні і організації будівництва прийоми раціоналізації графіків потреби ресурсів за критерієм їх рівномірності і зниження інтенсивності за рахунок можливих переміщень робіт в межах їх резерву часу, а в деяких випадках за рахунок збільшення тривалості їх виконання. Також в практиці організації будівництва і побудови календарних планів робіт існує практика диференціації робіт по їх пріоритетності. Існує кілька мнемонічних правил, які не суттєво відрізняються один від одного [9, 40, 48].

З вищевикладеного випливає, що кожна робота має унікальні якості, які визначаються, з одного боку, особливостями самої роботи, а з іншого, її організаційно-технологічної взаємозв'язком з іншими роботами в складі календарного плану будівництва об'єкта. Таким чином, традиційний підхід до формування календарних планів з урахуванням ОТН, коли приймається єдиний рівень надійності для всіх робіт в складі плану і на всіх етапах його виконання, може розглядатися як спрощений, який ігнорує індивідуальні особливості

кожної роботи і умови виконання календарного плану на кожному етапі. Логічно передбачити, виходячи з конкретних умов, індивідуальні підходи до обґрунтування рівня надійності по кожній роботі і визначити, за аналогією з вищевикладеними, правила переваги за умовою необхідного рівня надійності.

2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
		Специализированный поток по устройству каркаса																					
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
		Специализированный поток по кладке стен из газобетона																					
										0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
		Суммарная интенсивность																					
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,47	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82



Традиційно календарні плани в будівництві, поряд з графіком виконання робіт, прив'язаного до шкали часу, включали епюри (диференціальні, інтегральні) потреби в ресурсах і освоєння кошторисної вартості по етапах виконання робіт. На підставі розробленої в даній роботі методики представляється можливим планувати по етапах виконання і режим управлінського впливу, як реакцію суб'єкта управління на виникаючі відмови. При цьому здійснюється зняття накопиченої невизначеності в системі за минулий час, а також компенсуються можливі негативні відхилення реальної траєкторії від розрахункової планової. Таким чином, графіки інтенсивності ресурсів і інтенсивності відмов взаємопов'язані і мають розглядатися спільно.

Даний підхід дає можливість планувати роботу будівельної організації за річною програмою таким чином, щоб при взаимоувязке об'єктних календарних планів у складі річної програми не відбувалися пікові накладення етапів підвищеної інтенсивності відмов по декількох об'єктах одночасно. Іншими словами відбувається раціоналізація програми робіт за критерієм мінімізації інтенсивностей відмов.

За даною методикою було розглянуто кілька варіантів побудови епюр інтенсивностей відмов (рис. 3.7). Перший графік (рис. 3.7, а) побудований для варіанта календарного плану, коли кожна робота розглядалася окремо з однаковим рівнем надійності $N = 0{,}8$. Такий підхід суперечить основним принципом ОТН, на який звертали увагу в першому розділі роботи, а саме: "... термін" надійність "повинен застосовуватися до результату діяльності системи" [32]. Можлива область застосування такого варіанту - календарні плани з невеликою тривалістю і обмеженою кількістю робіт.

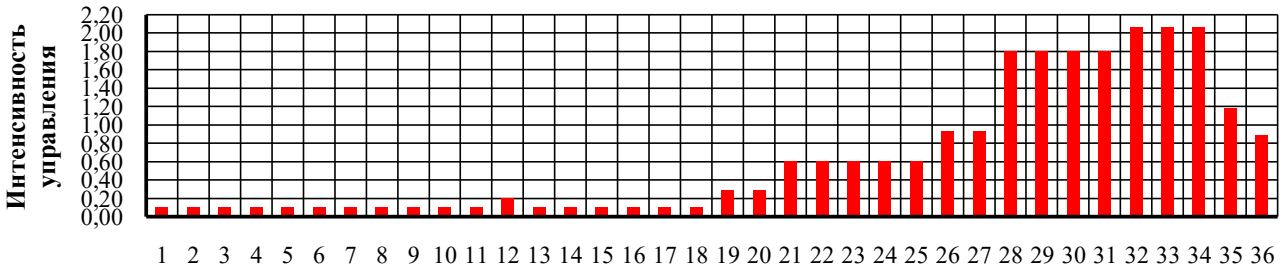
Другий варіант (рис. 3.7, б) в повній мірі відповідає наведеним вище принципом забезпечення ОТН плану по його кінцевим результатом. В даному випадку виділяється послідовна ланцюжок робіт, за якими проходить критичний шлях, і розрахунок по ним проводиться з умовою забезпечення завершального події з необхідною надійністю. За цим варіантом в попередньому розділі виконаний суміщений матричний розрахунок часових

параметрів об'єктного потоку. На основі цього розрахунку визначені інтенсивності відмов по кожній роботі.

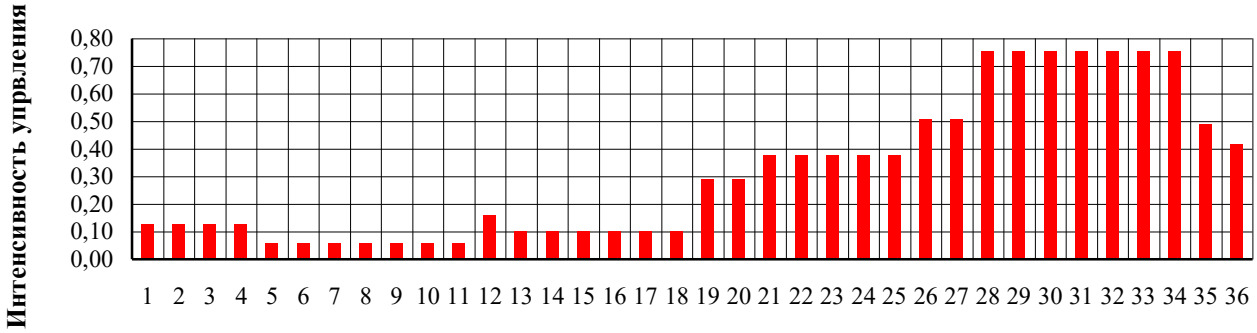
Епюра управління по етапах виконання робіт (а)



Епюра управління по етапах виконання робіт (Потоки критичного шляху розглядаються як єдиний потік) (б)



Епюра зваженої за вартістю інтенсивності управління по етапах виконання робіт (в)



Графік освоєння кошторисної вартості по етапах будівництва (г)

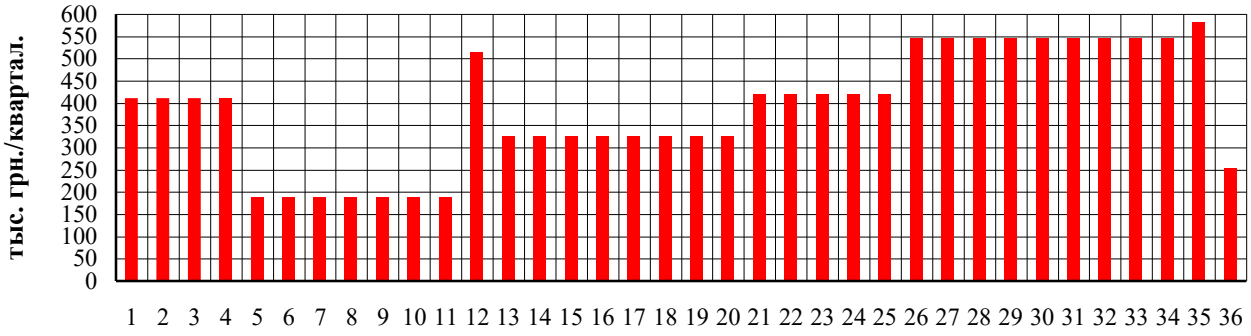


Рисунок 3.7 - Варіанти епюр інтенсивностей управління (а-в) і графік освоєння кошторисної вартості (г) [61]

Відмітна особливість епюри другого варіанту (рис. 3.7, б) - це відсутність підвищеної інтенсивності на початковому етапі робіт при незначному збільшенні на завершальному. Цей варіант можна рекомендувати як найбільш загальний випадок.

Третій варіант (рис. 3.7, в) характерний для ситуацій, коли необхідно ранжувати роботи по їх значимості (а не за рівнем ОТН) в складі календарного плану. Значимість визначається обсягом робіт (освоєної сумою коштів).
Інтенсивність відмов по кожній роботі в складі календарного плану визначають як зважену по відношенню до загальної вартості будівництва:

$$I_{CB}^{k} = I_k \frac{C_k}{\sum_{j=1}^{n} C_j}, \qquad (3.11)$$

де C_j − кошторисна вартість j-ої роботи;

j − кількість робіт (j = 1,2,…k, …n).

Порівнюючи між собою розглянуті варіанти побудови епюр відмов, бачимо, що вони зберігають якісну ідентичність і в загальних рисах відображають тенденції, які властиві графіку освоєння кошторисної вартості по етапах будівництва (рис. 3.7, г).

3.3 Ефективність управлінських рішень за критерієм досягнення запланованого результату

Слово "кінцевого результату" взято в лапки, оскільки визначає підсумкову мета інвестиційного процесу і конкретизує об'єкт, по відношенню до якого застосовується параметр надійності (як зазначалося раніше, за визначенням проф. А.А. Гусакова, надійність може бути застосована до

кінцевого результату діяльності виробничої системи). Традиційно в області технології і організації будівництва в якості параметрів, за якими оцінювалися стан виробничого процесу і режими робіт, використовувалися час або похідні на його основі (наприклад, трудомісткість).

Коли об'єктом дослідження є окремий технологічний процес або комплекс таких процесів (приватні, спеціалізовані потоки), такий підхід безумовно має місце. Коли ж оцінюється ефективність будівництва об'єкта, тимчасових параметрів вже недостатньо, тому що своєчасне завершення будівництва не повністю визначає поняття "кінцевий результат". Кінцевим результатом окремого інвестиційного процесу (проекту), складовою частиною якого є етап будівництва, є економічна ефективність інвестованих в проект коштів.

Отже, при такому підході, коли ми говоримо про "кінцевому результаті", то маємо на увазі безпосередньо завершений будівництвом об'єкт інвестування і вигоди, які отримує інвестор від майбутнього володіння цим об'єктом, що в повній мірі відповідає ринковим умовам господарювання. Вигоди будівельної організації (якщо будівництво здійснюється на підставі договору підряду) розглядаються як проміжні і враховуються у витратній частині грошового потоку, що формує показники ефективності інвестора. Ці вигоди визначаються результатами виробничо-господарської діяльності всіх учасників на всіх етапах реалізації інвестиційного проекту. Очевидно, що на різних етапах у різних виконавців свої показники, але які безумовно впливають на кінцевий результат. Тобто в даному випадку доречно говорити про системну ієрархії показників, за якими і оцінюється "кінцевий результат". Аналіз практики планування показує, що чим більший період часу охоплює процес, ефективність якого оцінюється, тим більшу питому вагу вартісних критеріїв оцінки.

Виходячи з вищевикладеного, ефективність "кінцевого результату" важко уявити одним параметром, по відношенню до якого можна застосувати поняття надійності. Якщо задаватися бажаним рівнем надійності, то його, як видно, слід застосовувати до системи функціонально взаємопов'язаних показників, які

об'єднують натуральні показники оцінки технологічних процесів і окремих видів потоків з вартісними показниками ефективності проекту в цілому.

З позицій інвестора, будівельний етап є інвестиційним (витратним), а основний ефект визначається наступним комерційним використанням готового об'єкта.

Аналіз існуючих методик оцінки ефективності інвестиційних проектів показує, що одним з основних впливають параметрів виступає час. Однак, в даному випадку час - це не самоціль, а параметр, який прямо або побічно входить в розрахункові формули всіх, традиційно застосовуваних показників ефективності. Виходячи з викладеного, можна зробити висновок, що оцінювати ОТН будівництва, обмежуючись лише одним обраним характерним параметром, недостатньо, цим можна обмежитися при оцінці елементарних процесів, розглядаючи це як проміжний результат, як частина в складі цілого. Коли ж оцінюється надійність підсумкового результату, аналіз ефективності і, природно, надійність можливості його досягнення повинні носити комплексний характер. Так як економічні показники ефективності взаємопов'язані між собою, то для всіх необхідно застосовувати єдиний рівень надійності.

При такому підході функцію, що визначає значення "кінцевого результату", можна розглядати як цільову функцію при відповідній системі обмежень. У сукупності це формує математичну модель, яка логічно (або $\rightarrow$ max; або $\rightarrow$ min) визначає значення кількісного вимірника "кінцевого результату" при реально певних граничних значеннях впливають параметрів (система обмежень).

В якості цільової вибираємо функцію, що визначає значення NPV:

$$C = NPVf\left(r; CF_j^{(+)}; CF_i^{(-)}; t_{cmp(i)}; t_{к.и.(j)}\right) \rightarrow \max , \qquad (3.12)$$

де r – ставка дисконтування;

$CF_j^{(+)}$ – грошовий потік на етапі комерційного використання об'єкта будівництва (j = 1,2, ... m тривалість реалізації комерційної частини проекту);

$CF_i^{(-)}$ – грошовий потік на інвестиційному етапі будівництва (i = 1,2, ... n тривалість інвестиційного періоду);

$t_{стр(i)}$ – період будівництва;

$t_{к.и.(j)}$ – період комерційного використання об'єкта будівництва.

При системі обмежень:

$$
\begin{aligned}
& r_{\min} \le r \le r_{\max}; \\
& CF^{(+)}_{\min} \le CF^{(+)} \le CF^{(+)}_{\max}; \\
& CF^{(-)}_{\min} \le CF^{(-)} \le CF^{(-)}_{\max}; \\
& t^{(\min)}_{стр} \le t_{стр} \le CF^{(\max)}_{стр}; \\
& t^{(\min)}_{к.и} \le t_{к.и} \le CF^{(\max)}_{к.и}.
\end{aligned}
\qquad (3.13)
$$

При такій постановці рішення задачі необхідно спочатку встановити безліч допустимих рішень, які відповідають наведеній системі обмежень. Вид цільової функції визначається відомими залежностями показників ефективності інвестицій.

Значення параметрів, що входять в систему обмежень, розраховується виходячи з існуючої на період виконання розрахунків динаміки їх зміни, з аналізу ринкових тенденцій. Таким чином, в розрахунку значення параметра NPV (прийнятого, в нашому випадку, як значення "кінцевого результату") включаються не тільки організаційно-технологічні параметри (етапи ППР, ПОС), але і тенденції зовнішньої, по відношенню до будівельної організації, ринкового середовища. Формується простір можливих станів системи (ПВС), яке задовольняє вимогам системи обмежень, і рішення задачі стає однозначним, що характерно для детермінованого підходу, а різноманітним - ситуативним,

що враховує безліч можливих станів системи при різних значеннях впливають параметрів. Для остаточного вирішення завдання в такій постановці необхідно співвіднести значення кожного стану в області допустимих рішень з ймовірністю досягнення цього стану. Таким чином, класична математична модель задачі знаходження оптимального рішення доповнюється ймовірнісної складової, що робить її прийнятною для цілей розв'язуваної задачі визначення ОТН "кінцевого результату".

Для умов будівництва даного 10-ти поверхового житлового комплексу математична модель оцінки ефективності в поле можливих станів має вид:

$$C = NPV = \sum_{i=1}^{n} \frac{CF_i^{(-)}}{(1+r)^i} + \sum_{j=1}^{m} \frac{CF_j^{(+)}}{(1+r)^j}. \qquad (3.14)$$

Система обмежень приймалася з умов, які враховують фінансування, параметри календарного плану і планованого комерційного використання об'єкта будівництва.

Фінансові ризики та можливості компенсації альтернативних варіантів інвестування закладені в прийнятій в розрахунку ставки дисконтування $r = 20\%$. У загальному випадку може розглядатися діапазон можливих значень, проте це вже область досліджень в області суто економічних питань.

Вартість будівельно-монтажних робіт за час будівництва може змінитися. Для визначення можливих змін вартість протягом року побудуємо лінію тренда динаміки зміни індексів ринкової вартості за попередній період і спрогнозуємо значення на рік вперед.

Прогнозна вартість будівництва - 130918,360 тис. грн., з урахуванням індексації до терміну закінчення будівництва:

$$139018{,}36 \cdot 1{,}15 = 160006{,}11 \text{ тис. грн.}$$

Відповідно до цього, обмеження по вартості будівництва буде в діапазоні:

$$130918{,}36 \le \sum_{i=1}^{n} CF_i^{(-)} \le 160006{,}11 \text{ (тис. грн.).}$$

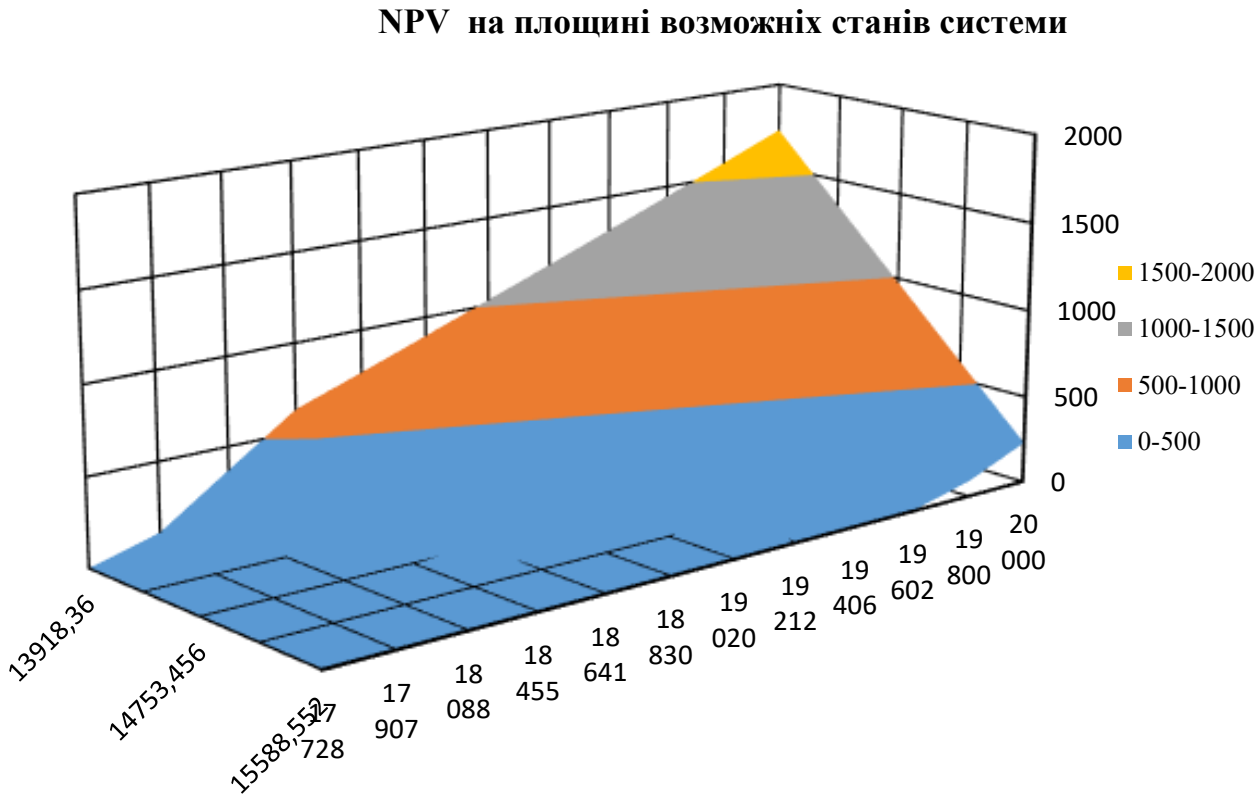
Обмеження по сумі виручки від комерційного використання об'єкта будівництва приймалося за даними первинних документів організації забудовника 200000 тис. грн. При встановленні можливих змін цієї суми за період будівництва об'єкта враховувалася загальна тенденція динаміки цін на нерухомість, яка за станом на літо 2025 року характеризувалася певною стабілізацією. Так як оцінюється стійкість будівельного проекту до негативних зовнішніх тенденцій, то в розрахунок введемо обмеження на зниження цієї суми в розмірі 10%:

$$177028 \leq \sum_{j=1}^{m} CF_j^{(+)} \leq 200000 \text{ (тис. грн.)}.$$

Таким чином, сформована система обмежень, яка визначає допустиму безліч станів системи, для кожного з яких розраховується значення параметра NPV . На основі проведених розрахунків побудована поверхня NPV при різних значеннях зовнішніх факторів, що впливають (рис. 3.8).

Конфігурація даної поверхні наочно показує кордону змін значень впливають параметрів, при яких задовольняється умова $NPV \geq 0$- умова економічної доцільності реалізації будівельного проекту. Чим більше поле даної матриці відповідає даній умові, тим стійкіше проект до негативних змін факторів зовнішнього середовища.

Для повноти аналізу необхідно також оцінити чутливість NPV до зміни впливають параметрів. У сучасній літературі існують різні способи оцінки чутливості. Будемо визначати чутливість NPV, послідовно змінюючи значення кожного параметра на 1%, фіксуючи, наскільки відсотків зміниться результат. На підставі такого аналізу побудуємо спектрограму чутливості NPV, який в нашому випадку виступає в якості умов функції (табл. 3.4).



X – суми від комерційного використання об'єкта будівництва

Y - кошторисна вартість будівництва

Z – NPV

Рисунок 3.8 - Поверхня NPV при різних значеннях зовнішніх факторів, що впливають

Слід зазначити, що даний аналіз оцінює вплив зовнішніх, некомпенсируемое факторів, в поле впливу яких здійснюється реалізація будівельного проекту.

Таблиця 3.4 Оцінка чутливості NPV до зміни впливають параметрів (t = 32 дек)

Параметр	Початкове значення	>1%	NPV 1723,69	Δ,%
r	0,2	0,202	16092,56	- 1,81
CF (+)	200000	202000	180065,42	8,22
CF (-)	130918,36	140057,5	1599,2	- 7,22

Як видно з наведеної таблиці, найбільш сильний відгук NPV має від відхилення параметрів грошового потоку. Отже, при реалізації будівельного

проекту фактор управління вартістю набуває особливого значення. У зв'язку з цим звертається увага на наступне: так як ймовірність збільшення вартості будівництва зростає з часом, необхідно більш інтенсивно проводити роботи в початкові періоди, прагнучи освоїти якомога більшу їх частину - це умова реалізується при плануванні виконання робіт по опуклою траєкторії.

Виконані розрахунки відповідають часу закінчення будівництва об'єкта $t = 32$ декади, що забезпечує надійність $N = 0{,}8$. Однак для етапу будівництва одним з основних параметрів є час, основа всіх планів і графіків проведення робіт. У зв'язку з цим визначимо, як впливає тривалість будівництва на всі основні, прийняті в інвестиційному аналізі показники.

Використовуючи стандартну модель грошового потоку, проводимо моделювання стану інвестиційного процесу і встановимо емпіричну залежність основних показників ефективності від часу будівництва: $NPVf(t)$; $RIf(t)$; $IRRf(t)$ і через параметр t визначимо їх взаємозалежність. Даний підхід був запропонований В.В. Попової в роботі [24].

На основі проведеного моделювання в роботі [28] отримані наступні результати (табл. 3.5).

На основі даних моделювання (рис. 3.10) побудовані парні залежності окремих параметрів (табл. 3.6).

Таблиця 3.5 Зведена таблиця результатів моделювання

t, декад	36	35	34	33	32	30
NPV, тыс. грн.	10550	10596	10640	10682	10724	10801
RI	1,126	1,129	1,13	1,14	1,138	1,14
IRR	0,31	0,32	0,33	0,33	0,335	0,34

На основі даних моделювання (рис. 3.9) побудовані парні залежності окремих параметрів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 Зведена таблиця критеріїв оцінки ефективності будівельного проекту

Найменування показників	Індекс	Розрахункова формула	Значення
Надійність	N		0,8
Час будівництва	t	t = 32,2 дек.	32,2
Найменування показників	NPV	NPV = -41,86•t+3061	17013,108
Внутрішня норма рентабельності	IRR	IRR = -0,005•t+0,508	0,347
Рентабельність інвестицій	RI	RI = -0,003•t+1,234	1,3306
	похідні залежності		
			0,8
	NPV		17024
t = (3061-NPV)/41,86			31,9
		похибка, %	-0,8
IRR=(0,005•NPV-15,31)/41,86+0,508			0,35
RI=(0,003•NPV-9,18)/41,86+1,234			1,14

Дані залежності дозволяють оцінити вплив основного організаційно-технологічного параметра часу на економічні показники ефективності при незмінних зовнішніх факторах (вартість будівництва і сума від комерційного використання).

За аналогією з попереднім (табл. 3.6), наведені результати розрахунку зміни вихідних значень показників ефективності при збільшенні тривалості будівництва на 1%.

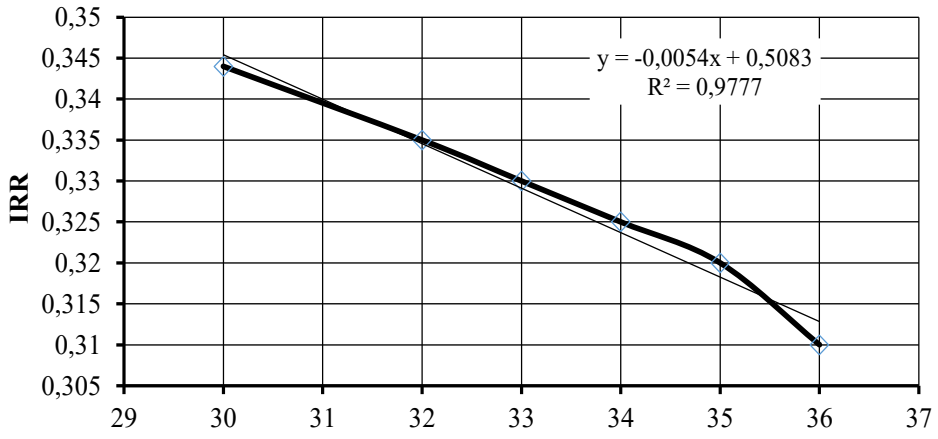
Порівняння результатів розрахунку чутливості показників ефективності до зміни факторів, що впливають (табл. 3.4, табл. 3.6) показує, що даний проект, при існуючих умовах його реалізації, більш чутливий до зміни зовнішніх чинників, ніж внутрішніх.

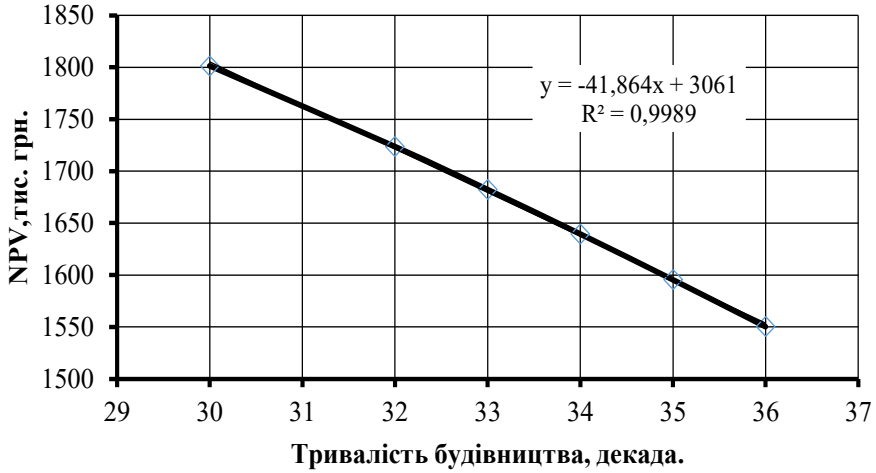
Таблиця 3.7 Оцінка чутливості показників ефективності до зміни тривалості будівництва

Найменування показників	Індекс	Початкове значення	Нове значення	Δ,%
Час будівництва	t	32,2	32,52	
Чиста приведена вартість	NPV	17013,11	16099,63	-0,787
Внутрішня норма рентабельності	IRR	0,35	0,35	-0,464
Рентабельність інвестицій	RI	1,33	1,33	0,0726

Це свідчить про те, що в умовах нестабільної економічної ситуації і слабкою прогнозованості ринкових тенденцій необхідно закладати в проекти

підвищені резерви надійності, що компенсують можливі негативні прояви факторів зовнішнього середовища за період реалізації проекту. В умовах же стабілізації економіки цілком допустимо, з точки зору можливості бути реалізованим, виконувати розрахунки, приймаючи значення надійності результату в нижньому діапазоні його можливих значень, що, як випливає з наведених розрахунків, забезпечує більш високі показники ефективності. В умовах нестабільності закладається в розрахунок більш високий рівень надійності і в цьому випадку доводиться задовольнятися мінімально прийнятними значеннями показників ефективності.





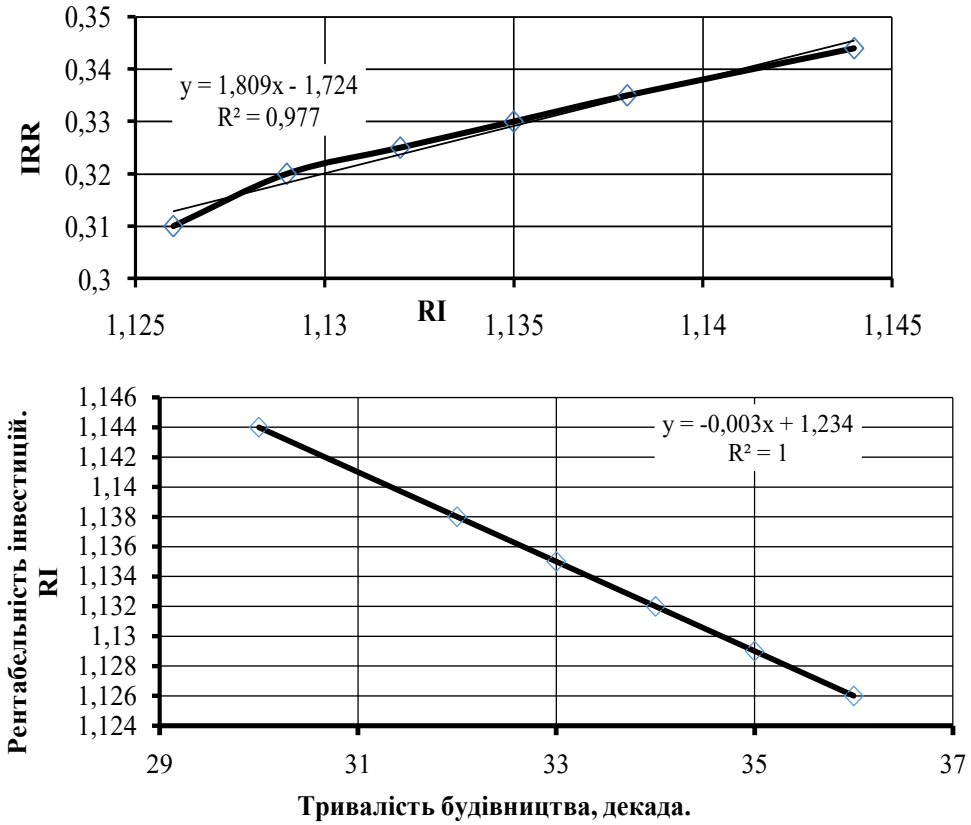


Рисунок 3.9 - Взаємозалежності показників ефективності при різних тривалістях будівництва об'єкта

ВИСНОВКИ

1. Визначили принципи оптимізації організаційно-технологічних рішень, що впливають на підвищення надійності у будівництві.

Доведено, що надійність планів, в тому числі будівельних, залишається досить низькою. Однією з причин є те, що оцінка надійності кінцевого результату тільки на основі рішень, закладених в календарні плани на етапі їх розробки, є недостатньою - необхідною умовою є врахування режиму подальшого управління, як активної складової процесу підвищення надійності в будівництві.

2. Обґрунтовано, що в загальному вигляді закон розподілу часу виконання як окремого виду робіт, так і будівництва об'єкта в цілому є асиметричним і тільки в окремому випадку симетричним. Величина асиметрії залежить від ставлення K оптимістичній і песимістичній інтенсивностей. При $K \succ 1{,}2$ асиметрія стає істотною, що необхідно враховувати при виборі виду закону розподілу.

3. Встановлено, що компенсувати можливі відставання від планового графіка виконання робіт на завершальних етапах будівництва складніше, ніж забезпечувати резерви часу на початкових етапах, що обумовлює перевагу запропонованої опуклою траєкторії виконання робіт, за якими проходить критично шлях. Наведена методика розрахунку часових параметрів потокового будівництва з урахуванням наростання невизначеності по окремих етапах робіт в складі об'єктного потоку і по потоку в цілому.

4. Запропонована математична модель вибору максимального значення цільової функції в системі обмежень, що враховують імовірнісний характер впливу внутрішніх та зовнішніх чинників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН А.2.2-3-2012. Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. Офіц. вид. Київ: Мінрегіон України, 2012. 26 с.
2. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. Офіц. вид. Київ: Мінрегіон України, 2016. 61 с.
3. Белоконь А.И. Обоснование состава строительных машин на программу работ с учетом неопределенности . *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури* Дніпропетровськ: ПДАБА, 1997. №4.
4. Белоконь А.И. Организационно-технологические аспекты обоснования качественного и количественного состава строительных машин для реконструкции: Автореф. диссертации д-ра техн. наук. Харьковский государственный технический университет строительства п архитектуры. Харьков, 1998. 34 с.
5. Большаков В.И., Белоконь А.И., Левчинский Д.Л. Управление организациями с помощью проектов. Днепропетровск: ПГАСА, 2006. 123 с.
6. Брігхем Е.Ф. ,Медвідь О. Основи фінансового менеджменту / пер. з англ. Біленький В. Київ: КП "ВАЗКО "Видавництво "Молодь", 1997. 998 с.
7. Будников М.С. Проектирование поточного жилищного строительства. Київ: Будівельник, 1965. 128 с.
8. Веретенников В. І., Тарасенко Л.М., Гевнич Г.Л. Управління проектами: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 280 с.
9. Вечеров В.Т. Модели и методы управления контракцией в строительстве: Диссертация д-ра техн. наук. Днепропетровск, 1993. 495 с.
10. Вечеров В. Т. Метод принятия решения в условиях неопределенности / Вечеров В. Т., Корецкий А.В., Киряш В.Г. Приднепровская

государственная академия строительства и архитектуры. Днепропетровск. 1996.

11. Залунин В.Ф., Тян Р.Б. Планирование деятельности предприятия . Дніпро, 1998. 176 с.
12. Залунин В.Ф., Тян Р.Б. Проблемы управления строительством в условиях рынка . Днепропетровск, 1996. 36 с.
13. Залунин В.Ф. Стратегия и тактика строительной фирмы в условиях рынка. Днепропетровск: Придніпровський науковий вісник, 1998. 240 с.
14. Залунин В.Ф., Млодецкий В.Р. Выбор режима управления строительным процессом.Уравление строительными проектами. Днепропетровск, 1996. №1. - 156 с.
15. Залунин В.Ф., Тян Р.Б. Экономическая и финансовая реализуемость проектов . Днепропетровск, 1998. 40 с.
16. Залунин В.Ф. Формальное описание риска в экономических расчетах Днепропетровск, 1997. №2. - 89 с.
17. Затонацька Т.Г., Кердан М.В. Інвестиційні проекти: як зменшити ступень ризику? *Вісник НАН України*. 1999. №6. С. 27-32.
18. Кирнос В.М. Научно-методологические основы организационно-технологического регулирования продолжительности и стоимости реконструкции промышленных предприятии. Диссертация доктора технических наук: Днепропетровск: 1994. 354 с.
19. Кривошея И.В. Классификация методов анализа и факторов риска при инвестировании строительных проектов. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Стародубовские чтения*. –Днепропетровск: ПГАСА, 1998. Вып. 7. С. 199-200.
20. Мартыш А.А. Совершенствование методов планирования и управления, обеспечивающих заданный уровень организационно-технологической надежности строительства дисертация на соискание степени канд. техн. наук: спец. 05.23.08 "Технология и организация промышленного и гражданского строительства". Днепропетровск, 2013. 178 с.

21. Мартыш А.А. Интенсивность отказов в процессе реализации строительных планов. *Менеджмент и маркетинг: современные глобальные вызовы*: I междунар. науч.-теор. конф. молодых ученых и студентов, 16-17 мая 2013 г.: тезисы докл. Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2013. - С. 174-176.
22. Мартыш А.А. Вероятностные параметры выполнения отдельной строительно-монтажной работы. *Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры*. Днепропетровск: ПГАСА, 2013. №3. С. 8-13.
23. В.Р. Млодецкий, Мартыш А.А. Вероятностные параметры работ в составе календарного плана. *Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры*. Днепропетровск: ПГАСА, 2012. №9. С. 15-20.
24. В.Р. Млодецкий, Мартыш А.А. Влияние условий выполнения работы на ее надежность. / А.А. Мартыш / *Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры.* Одесса: ОГАСА, 2013. Вып. №49, ч. 2. С. 167-177
25. Мартыш А.А. Организационно-технологическое проектирование ликвидационного цикла строительных объектов (концептуально-методологические объекты) / Е.П. Уваров, П.Е. Уваров, А.П. Мартыш, Д.Ю. Баринов, Т.С. Кравчуновская, О.Е. Задорожная, А.А. Мартыш // *Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры*. Днепропетровск: ПГАСА, 2009. №11. С. 21-31.
26. Млодецкий В.Р. Тян Р.Б. Управление организационно-технологической и экономической надежностью в строительстве: монография. Днепропетровск: издательство «Наука и образование», 2013. 194 с.
27. Млодецкий В.Р. Влияние управления на надежность достижения конечного результата при выполнении строительных работ. *Ключевые вопросы в современной науке: IX междунар. науч.-практ. конф.*. София: ООД «Бял ГРАД-Б», 2013. Т. 9. С. 28-33.

28. Млодецкий В.Р. Инерционность процесса управления. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпропетровськ: ПДАБА, 2009. №11. С. 15-21.
29. Млодецкий В.Р. Модель оценки управленческой реализуемости строительного проекта. *Новини науки Придніпров'я*. Серія: Інженерні дисципліни. 2005. №1. С. 30-36.
30. Млодецкий В.Р. Организационно-технологическая и управленческая надежность функциональной системы строительной организации: дис. доктора технических наук: 05.23.08 "Технология и организация промышленного и гражданского строительства" Днепропетровск.2005. 298 с.
31. Млодецкий В.Р. Параметры надежности системы работ. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпропетровськ: ПДАБА, 1997. №2. С. 47-52.
32. Млодецкий В.Р. Показатели управленческой реализуемости строительного проекта. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпропетровськ : ПДАБА, 2005. №1-2. С. 69-78.
33. Млодецкий В.Р. Рациональный режим управления вероятностным параметрическим процессом. *Новини науки Придніпров'я. Серія: Інженерні дисципліни.* 2004. №3. С. 14-20.
34. Млодецкий В.Р. Управленческая реализуемость строительных проектов. Днепропетровск: Наука і освіта, 2005. 261 с.
35. Павлов И.Д. Модели принятия управленческих решений. Запорожье: ЗНУ, 2005. 322 с.
36. Павлов І.Д., Радкевич А.В. Багатоцільові моделі організації капітального відновлення об'єків Дніпропетровськ, 2003. 225 с.
37. Плиса В.Й. Управління ризиком фінансової стійкості підприємства / Фінанси України. 2010. №1. С. 32-35.
38. Ткаченко В.А., Холод Б.И. Оперативное управление производством. Київ: Соборная Украина, 1998. 190 с.

39. Торкатюк В.И., Дмитрук И.А., Стадник Г.В. Оптимизация управления процессом деятельности строительного предприятия. Харьков, 2004. 552 с.
40. Торкатюк В.И. Основные направления совершенствования стратегического управления на строительных предприятиях. *Коммунальное хозяйство городов*. Київ: Техника, 2003. -Вып. 51. С. 29-56.
41. Тян Р.Б., Холод Б.І., Ткаченко В.А. Управління проектами. Київ: Центр навчальної літератури, 2003. 224 с.
42. Тян Р.Б., Павлов І.Д. , Головкова Л.С. Управління проектами у виробничих системах. Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2006. 208 с.
43. Уильямс Дейвид. Управление программами на предприятии/ пер. с англ. Уильямс Дейвид, Перр Тимм. Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2005. – 320 с.
44. Ушацкий С.А. Выбор оптимальных решений в управлении строительством. Київ: Будівельник, 1998. 200 с.
45. Kerzner Harold. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling / Harold Kerzner. – 10 th ed.p. – N.Y.: John Wiley & Sons, 2008. – 1122 p.
46. Martysh A.A. The Influence of Management on Reliability of Final Result Obtained during the Construction Work / V.R. Mlodeckij, A.A. Martysh // Научно-теоретический и практический журнал «Современный научный вестник». Серия Экономические науки. – Белгород: Руснаучкнига, 2012. №23(135). С. 65-74.
47. Risk of enterprise management for compensation for the risk / Yu Haitao / Ing.Egon.Probl. 1989. №2. P. 26-30.
48. Talbot F.B. Resource – constrained project scheduling with time-resource tradeoffs: the non-preemptive case. Management science. 1982. Vol.28. P.197-200.

49. Yang K.K. Comparison of stochastic scheduling rules for maximizing project net present value. European journal of operational research. 1995. Vol.85. P.327-329.
50. Yang K.K. Maximizing throughput of bucket brigades on discrete workstations. Production and Operations Management. 2009. Vol.18. P.48-59.