

DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.49\(2\).293-304](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.49(2).293-304)

УДК: 69.003:005.334+338.124.4

Блонний Андрій Володимирович

Горбач Максим Володимирович

к.т.н., доцент кафедри менеджменту в будівництві

ORCID: 0000-0002-3784-0404

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ІНТЕГРАЦІЯ РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО ПЛАНУВАННЯ У ПРОГНОЗУВАННЯ СТРОКІВ РЕАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

Стаття присвячена дослідженню інтеграції ризик-орієнтованого планування у прогнозування строків реалізації будівельних проєктів в умовах економічної нестабільності. Запропоновано підхід, який дозволяє враховувати різноманітні ризики для підвищення точності календарного планування та забезпечення стійкості проєктів. Мета дослідження полягає у розробці методологічних засад інтеграції ризик-орієнтованого планування в процес прогнозування строків реалізації будівельних проєктів, що сприяє формуванню гнучких календарних моделей, здатних мінімізувати вплив економічної нестабільності та інших ризиків. Для аналізу використано системний підхід, що включає методи мережевого планування, статистичний аналіз даних попередніх проєктів і моделювання ризиків на основі ієрархічної структури даних. Наукові результати свідчать, що ризик-орієнтоване планування забезпечує точніше прогнозування строків завдяки врахуванню ієрархії ризиків на рівнях проєкту, системи та організації. Запропонована модель дозволяє ідентифікувати ключові ризики, такі як економічні коливання, несвоєчасне постачання матеріалів і нещасні випадки, та інтегрувати їх у календарні графіки виконання робіт і через буферний час і сценарне моделювання. Використання мережевих моделей і предиктивної аналітики підвищує гнучкість управління, дозволяючи своєчасно коригувати плани та оптимізувати ресурси. Результати підтверджують, що системне врахування ризиків знижує ймовірність зривів строків і підвищує організаційно-технологічну надійність будівельних проєктів і рішень. Перспективи подальших досліджень включають удосконалення методів кількісної оцінки ризиків із застосуванням штучного інтелекту для прогнозування складних сценаріїв, а також розробку автоматизованих систем управління ризиками, що інтегруються з BIM-технологіями. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на аналіз впливу глобальних економічних трендів на будівельну галузь та створення універсальних моделей для проєктів різного масштабу і планових термінів реалізації.

Ключові слова: *будівництво, будівельні проекти, ризик-орієнтоване планування, прогнозування строків, календарне планування, управління ризиками, мережеві моделі.*

Актуальність. Інтеграція ризик-орієнтованого планування у прогнозування строків реалізації будівельних проектів набуває особливої актуальності в умовах економічної нестабільності, коли вплив зовнішніх факторів, таких як коливання цін на матеріали, зміни нормативно-правового середовища, фінансові кризи та макроекономічні потрясіння, значно зростає. Будівельна галузь, як одна з найбільш капіталомістких і залежних від ефективного ресурсного планування сфер економіки, потребує точних інструментів для прогнозування тривалості проектів та своєчасного виявлення потенційних ризиків.

Ефективне управління строками реалізації проектів безпосередньо впливає на фінансову стабільність компаній, забезпечення якості робіт та конкурентоспроможність на ринку будівельних послуг. Традиційні методи планування, які орієнтуються лише на часові графіки та бюджет, в умовах нестабільності виявляються недостатньо надійними, що призводить до зриву термінів, перевищення витрат та зниження економічної ефективності.

Інтеграція ризик-орієнтованих підходів дозволяє прогнозувати потенційні відхилення, оцінювати ймовірність затримок, визначати пріоритети ресурсного забезпечення та застосовувати адаптивні заходи для мінімізації негативного впливу зовнішніх факторів. Впровадження таких методів у практику будівельного менеджменту сприяє підвищенню прозорості процесів, зменшенню невизначеності та створенню умов для більш гнучкого й ефективного управління проектами в складних економічних умовах, що робить тему надзвичайно актуальною для сучасної будівельної індустрії.

Постановка проблеми. Реалізація будівельних проектів супроводжується високим рівнем невизначеності, що обумовлює необхідність переосмислення традиційних підходів до управління строками їх виконання. Зокрема, актуалізується інтеграція ризик-орієнтованого планування як інструменту, що дозволяє передбачити та мінімізувати негативний вплив численних ризиків, які виникають на різних етапах життєвого циклу проекту. Зазначені ризики, незалежно від їхньої природи: фінансової, технічної, організаційної чи соціальної та справляють безпосередній вплив на ключові параметри ефективності: строки будівництва, бюджет, якість виконаних робіт, дотримання техніки безпеки та загальну стабільність інвестиційної моделі.

Упровадження ризик-орієнтованого підходу до прогнозування термінів реалізації будівельних проектів дозволяє сформувати гнучкі та адаптивні управлінські стратегії, що враховують не лише зовнішні виклики, зумовлені економічною та політичною турбулентністю, а й внутрішні особливості організації будівельного процесу. Важливим є те,

що недооцінені аспекти управління ризиками, зокрема у сфері безпеки праці, часто призводять до значних непрямих втрат, які проявляються у вигляді простоїв, нещасних випадків або техногенних інцидентів. Таким чином, системне управління ризиками набуває не лише превентивного, а й стратегічного значення, сприяючи формуванню єдиного управлінського контуру, що дозволяє координувати зусилля різних учасників проєкту в напрямку досягнення запланованих результатів у межах обмежених ресурсів і часу.

Аналіз останніх досліджень. У контексті поточного дослідження проведемо оцінку наукового доробку, присвяченого проблемам календарного планування, управління ризиками та підвищення надійності будівельних процесів. Значна частина джерел акцентує увагу на традиційних підходах до планування проєктів, зокрема на застосуванні методів критичного шляху (CPM) та програмно-цільового планування (PERT). Роботи Зельцер Р. Я., Беленкова О. Ю., Дубінін Д. В. [7], Приходько О., Кушнір І., Гриненко І., Хоменко О. [15], визнані базовими для формалізації логіки управління будівельними проєктами. Водночас ці підходи, хоча й ефективні у відносно стабільному середовищі, не забезпечують належної гнучкості в умовах високої динаміки ризиків, пов'язаних із зовнішніми економічними збуреннями.

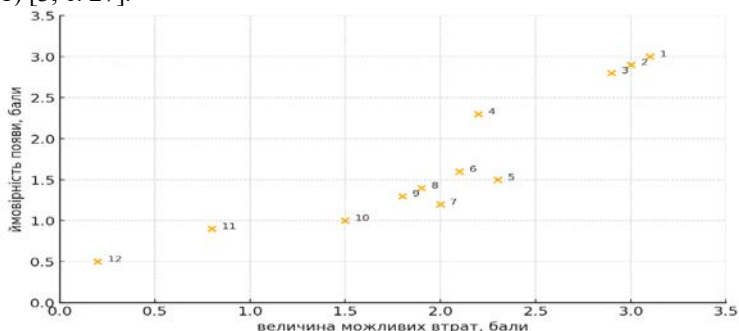
Дослідники, зокрема Данилюк Т., Мурафа Т. [2], Приходько О. та ін. [10], Соколова Н., Штулер Ю. [12] розширили традиційну модель управління проєктами, розглядаючи ризики не як постфактум події, а як елементи, що мають бути враховані вже на етапі планування. Їх підходи засвідчують, що ризик-менеджмент має бути інтегрованим у всі рівні управлінської структури, від стратегічного до оперативного. Новітні дослідження вказують на актуальність впровадження інструментів предиктивної аналітики, які дозволяють моделювати ризикові сценарії та будувати адаптивні графіки.

Мета роботи – дослідження процесів розвитку використання ризик-орієнтованого планування для проведення прогнозування термінів реалізації будівельних проєктів.

Виклад соювної інформації. Особливістю ризик-орієнтованого планування є його опора на багаторівневу структуру даних, що відображає складну ієрархію управління інвестиційним проєктом. Кожен рівень цієї структури генерує специфічну інформацію про перебіг робіт, яка слугує основою для кількісної оцінки ризиків та формування адаптивних прогнозів щодо можливих відхилень від запланованих строків. Ризики будівництва, які змінюються залежно від етапу реалізації проєкту (підготовка, зведення, монтаж, завершальні роботи тощо), мають суттєвий вплив на строки виконання, однак нинішні методичні підходи, як правило, орієнтовані на статичні або нормативні моделі, що не враховують потенційні коливання ресурсного забезпечення, нестачу матеріалів, вплив коливань ринку або макроекономічні збурення [13, с. 52]. У результаті ризики, які об'єктивно змінюють темпи виконання робіт,

не інтегруються до загального планування і, відповідно, не відображаються у прогностичних моделях тривалості проєктів (рис. 1).

Застосування ризик-орієнтованого планування у цьому контексті передбачає розширення традиційних функцій календарного планування за рахунок включення предиктивної аналітики, що базується на статистичних даних про попередні проєкти, динаміці змін в умовах ринку, коливаннях вартості ресурсів, ефективності підрядників та зміні темпів виконання робіт у різних фазах. аналіз практик реалізації будівельних проєктів в умовах високої економічної турбулентності показує, що більшість існуючих ризиків або зовсім не фіксуються, або не мають адекватної оцінки щодо їх потенційного впливу на хід і завершення робіт (табл. 1) [3, с. 27].



***Позначення ризиків:** 1 – зрив строків завершення будівельного проєкту; 2 – перевищення запланованої кошторисної вартості; 3 – зниження обсягів фактичного виконання будівельно-монтажних робіт; 4 – несприятливі зміни у будівельному та містобудівному законодавстві; 5 – виникнення техногенних інцидентів на будівельному майданчику; 6 – нерівномірне або несвочасне фінансування будівельних робіт; 7 – зниження продуктивності або ефективності реалізації проєктних програм; 8 – зовнішні загрози безпеці об'єкта (терористичні акти або диверсії); 9 – неефективне управління будівельним процесом (низька якість менеджменту); 10 – втрати репутації замовника або підрядника, що впливають на реалізацію; 11 – природні катаклізми (повені, землетруси, зсуви), що пошкоджують інфраструктуру; 12 – корупційні прояви, що спотворюють планування й реалізацію проєкту.

Рис. 1. Карта ризиків, що впливають на строки реалізації будівельних проєктів в умовах економічної нестабільності (розроблено автором)*

Такого роду ситуація зумовлює численні випадки зривів строків, перевитрат ресурсів, накопичення боргів перед підрядниками та підвищення загального рівня невизначеності, який у свою чергу породжує нові ризики. Крім того, сучасні підходи до управління будівельними ризиками часто фрагментарні й не охоплюють усіх рівнів управлінської

ієрархії, від оперативного контролю до стратегічного планування [9, с. 129].

Інтеграція ризик-орієнтованого планування у процес прогнозування строків реалізації будівельних проєктів вимагає поетапного впровадження системного підходу до виявлення, оцінювання та моделювання ризиків, що можуть виникати протягом усього життєвого циклу будівництва (рис. 2).

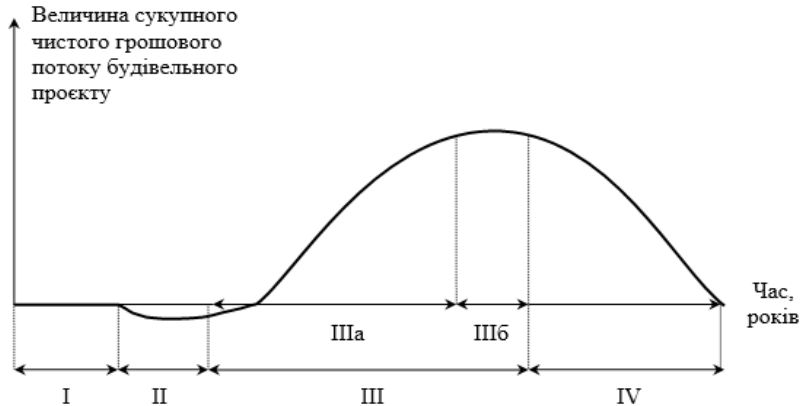
На першому етапі доцільним є формування структурованого переліку потенційних ризиків, які можуть впливати на строки реалізації проєкту, із чітким зазначенням їхніх характеристик: код ризику, тип (наприклад, внутрішній або зовнішній), сфера впливу (організаційна, економічна, правова, технологічна), етап прояву (підготовчі роботи, земляні роботи, монтаж конструкцій тощо), а також першопричини (наприклад, недостатня деталізація проєктної документації, відсутність узгодження з підрядниками, перебої в логістиці).

Таблиця 1

Ієрархія ризиків у прогнозуванні строків реалізації будівельних проєктів в умовах економічної нестабільності [7]

Рівень управління проєктом	Ієрархія даних	Ієрархія ризиків реалізації проєкту	Хто використовує показник
Рівень проєкту (глобальний рівень)	Основні показники ефективності та економічності проєкту	Інтегральний показник ризику (основний показник, що визначає вплив економічної нестабільності на строки реалізації та комерційні результати)	Інвестор, власник проєкту
Рівень системи або процесу	Показники якості, ефективності та економічності кожного процесу або системи управління	Ризики порушення строків виконання робіт через економічні фактори, безпеку та охорону праці на конкретних етапах життєвого циклу проєкту	Замовник робіт, генеральний підрядник
Рівень організації, об'єкта	Діагностичні дані для контролю та аналізу виконання робіт	Ризики системи управління охороною праці та вплив людського фактора на строки виконання робіт в умовах економічної нестабільності	Керівники будівельних організацій, відповідальні за управління виконанням робіт

На другому етапі здійснюється аналітична оцінка визначених ризиків, що передбачає встановлення логічних зв'язків між характером кожного ризику та його можливим впливом на конкретні календарні показники будівництва. Такий аналіз дозволяє зіставити джерела ризиків з окремими етапами або елементами проєкту, де ці ризики можуть матеріалізуватися, що, своєю чергою, забезпечує можливість своєчасної адаптації планів-графіків будівництва [5].



I – підготовчий етап; II – етап активного виконання робіт; III – етап стабілізації; IIIa – фаза реалізації позитивного прогностичного сценарію; IIIб – фаза нульового приросту результативності; IV – етап завершення або згортання проєкту

Рис. 2. Крива життєвого циклу реалізації будівельного проєкту з урахуванням етапів ризик-орієнтованого планування: (розроблено автором)

Наступним кроком є створення інтегрованої бази ризиків із зазначенням для кожного ризикового сценарію не лише зони його виникнення, але й імовірного механізму впливу на тривалість виконання будівельних робіт. До прикладу, якщо джерелом ризику є несвоєчасне постачання матеріалів, то відповідний модуль управління строками повинен включати резерв часу та механізм оперативного реагування (табл. 2).

З огляду на складність та багатофакторність будівельних проєктів, структура ризиків може значно варіюватися, що потребує регулярного уточнення прогностичних моделей та гнучкого підходу до управлінських рішень. Зокрема, для ризику затримки монтажу через брак технічної документації, на етапі реалізації можуть бути виявлені й додаткові ризики, пов'язані зі змінами у регуляторному полі або ринковими коливаннями, що вимагатиме корекції як базових строків, так і процедур планування [16, с. 61].

У процесі календарного планування та реалізації будівельних проєктів в умовах економічної нестабільності особливої актуальності набуває інтеграція ризик-орієнтованого підходу, що дозволяє не лише визначити очікувані строки завершення робіт, а й оцінити надійність організаційно-технологічних рішень, які лежать в основі побудови календарних моделей. Саме ці моделі, окрім функції планування термінів та вартості виконання проєкту, виконують важливу роль у забезпеченні передбачуваності будівельного процесу за рахунок моделювання

різноманітних ризикових сценаріїв, які можуть виникнути внаслідок впливу випадкових або системних чинників.

Оцінювання організаційно-технологічної надійності будівництва передбачає використання комплексу методів, які базуються на вивченні статистичних закономірностей розподілу випадкових подій, що впливають на процес виконання робіт. Така оцінка дозволяє не лише визначити потенційні загрози, але й класифікувати їх за ступенем критичності щодо впливу на строки реалізації, що в підсумку створює основу для формування адаптивної календарної моделі з урахуванням можливих відхилень.

Таблиця 2.

Компактне ризик-орієнтоване планування для прогнозування строків будівельних проєктів в умовах економічної нестабільності

Ризик	Етап проєкту	Вплив на строки	Заходи пом'якшення	Терміни виконання будівельних робіт																
				T0	T0	T0	T0	T0	T0	T0	T0	T0	T0	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1
Затримка через економічні коливання	Планування	Високий	Гнучкі контракти	+		+									+				+	
Неможливість отримання дозволів	Передпроектний	Критичний	Юридична підтримка	+		+	+								+		+	+		
Зміни обсягу робіт	Проектування	Високий	Гнучке планування	+	+	+									+		+	+		
Конструктивні зміни	Проектування	Високий	Модульні конструкції	+		+		+	+						+	+		+	+	
Несприятливі погодні умови	Виконання	Середній	Сезонне планування		+							+	+	+	+					
Координація з підрядниками	Виконання	Високий	Координаційні наради	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
Недостатнє управління вартістю	Усі етапи	Критичний	ERP-системи	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+					
Непередбачені геотехнічні умови	Виконання	Високий	Геологічні дослідження		+			+	+	+	+				+		+			
Нещасні випадки	Виконання	Критичний	Посилення безпеки	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+					
Незагладженість проєктних рішень	Проектування, Виконання	Високий	Інтеграція BIM	+	+	+		+		+	+			+	+					

(розроблено автором)

У межах дослідження доцільно застосувати мережеві моделі, які забезпечують можливість формалізованого обґрунтування тривалості виконання кожного з етапів будівництва з урахуванням потенційних ризиків затримок [1, с. 101]. В такому виконанні відбувається підвищення рівня гнучкості календарного управління, оскільки в його межах кожна подія у графіку розглядається як структурна одиниця, що має власну логіку реалізації, часові межі та ступінь впливу на загальний термін завершення проєкту (табл. 3).

Таблиця 3

**Приклад формування операційних і календарних параметрів
будівельного проєкту**

Робота (i,j)	Кількість попередніх робіт	Тривалість t_{ij}	Ранні терміни: початок $t_{ij}^{P.H.}$	Ранні терміни: закінчення $e_{ij}^{P.O.}$	Пізні терміни: початок $t_{ij}^{П.Н.}$	Пізні строки: закінчення $t_{ij}^{П.О.}$	Резерви часу: повний $t_{ij}^{П.П.}$	Резерви часу: вільний $t_{ij}^{С.В.}$	Резерви часу подій R_j
(0,1)	0	1	0	1	0	1	0	0	0
(1,2)	5	5	5	6	10	11	9	0	9
(1,3)	5	5	5	6	5	6	0	0	0
(1,4)	5	5	5	6	11	12	10	0	10
(1,5)	5	5	5	6	10	15	13	0	13
(2,6)	5	10	6	12	11	17	9	0	9
(3,7)	5	15	6	17	6	17	0	0	0
(4,8)	5	9	6	11	12	17	10	10	0
(5,9)	5	6	6	8	15	17	13	13	0
(6,7)	5	0	12	12	17	17	9	9	0
(7,8)	6	0	17	17	17	17	0	0	0
(8,9)	6	0	17	17	17	17	0	0	0
(9,10)	6	11	17	20	17	20	0	0	0

(розроблено автором)

У процесі побудови календарно-мережевої моделі події, що визначають ключові віхи будівельного проєкту, позначаються у вигляді графічних вузлів, умовно поділених на чотири сектори, кожен із яких виконує специфічну функцію. У верхній частині вузла розміщується порядковий номер події, що вказує на її місце у логічній послідовності реалізації робіт. Лівий сектор містить значення найранішого можливого завершення події, яке визначається з урахуванням накопиченої тривалості критичного шляху, що проходить крізь усі попередні операції [6].

При наведених вище умовах до тривалості кожної операції можуть додаватися прогностичні коригування, наприклад, буферні значення в кілька днів, що враховують ризики збоїв через логістичні, економічні чи організаційні чинники (рис. 3) [4, с. 230].

Правий сектор вузла події демонструє максимально допустимий строк завершення тієї ж операції, який обчислюється зворотним проходженням графіка – від фінальної до початкової події, що дозволяє виявити крайні межі безпечного виконання, не створюючи ризику перенесення загального терміну проєкту. Нижній сектор містить резерв часу, або

часовий буфер події, який відображає різницю між найпізнішим і найранішим можливим терміном завершення [8]. Процедура побудови та розрахунку такої моделі починається з встановлення нульового значення початкової події, після чого здійснюється пошарове проходження через усі події графіка шляхом послідовного додавання тривалості попередніх етапів, що дозволяє визначити момент найранішого можливого завершення для кожного вузла.

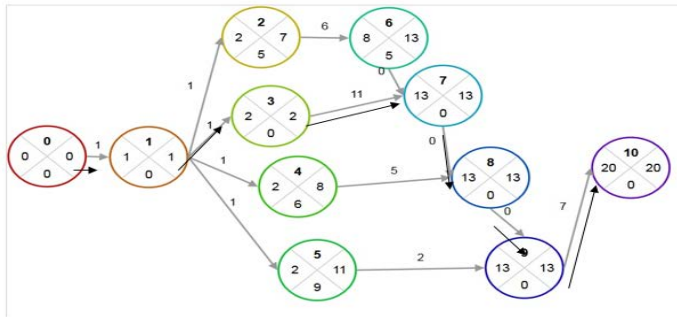


Рис. 3. Приклад мережевого графіку частини робіт будівельного проєкту (Критичний шлях: $(0,1) \rightarrow (1,3) \rightarrow (3,7) \rightarrow (7,8) \rightarrow (8,9) \rightarrow (9,10)$; Тривалість критичного шляху: 20 днів) (розроблено автором)

Після завершення прямого проходження моделі виконується зворотний розрахунок для визначення найпізніших допустимих термінів завершення кожної події, що забезпечує основу для об'єктивного виявлення критичного шляху – тобто такої послідовності робіт, затримка якої безпосередньо призведе до порушення строків завершення всього проєкту. Завдяки такій структурі календарно-мережеве планування уможливило врахування ризиків на етапі проєктування календаря будівництва та дозволяє завчасно моделювати ймовірні сценарії зсуву строків, здійснювати попередню оцінку їх впливу та вживати превентивних заходів, зокрема через перерозподіл ресурсів, зміну послідовності робіт або уточнення обсягів підрядних завдань [7, с. 57-58].

Після завершення етапу структуризації організаційної моделі управління проєктом, ключова роль відводиться координатору чи керівнику проєкту, який повинен забезпечити системний підхід до планування діяльності всіх функціональних блоків, здійснюючи чіткий розподіл ресурсів, встановлення пріоритетів та контроль за дотриманням планових показників. У такій системі планування обов'язково має враховуватись вплив технічних, технологічних і організаційних ризиків на строки виконання робіт. Технічні фактори можуть включати порушення встановлених норм технологічного циклу, невідповідність або зношеність технічного обладнання, недостатню кваліфікацію персоналу, а також зміну чисельності трудових ресурсів на критичних етапах реалізації [14].

Технологічні ризики зазвичай проявляються у формі дезорганізації процесів збирання, монтажу або встановлення конструкцій, а також у випадках відсутності або неузгодженості технічної документації, зміни обсягів робіт або виявлення дефектів, що потребують негайного усунення, з можливим зупиненням будівельного процесу. Однак найчастіше саме організаційні чинники стають вирішальними для затримки календарного графіка: до них належать несвоєчасне надання фронтів робіт, негаразди в роботі субпідрядних організацій, невідповідність графіків постачання, розриви в логистиці, а також низький рівень координації між учасниками проєктного процесу [11, с. 252]. З огляду на це, ефективне календарне планування має передбачати не тільки фіксацію наявних проблем, а й створення механізмів їх раннього виявлення та моделювання на етапі формування графіка. Застосування буферного часу, закладання резервів тривалості на етапах із високою ризикованістю, формування сценаріїв реагування на типові відхилення дозволяє підвищити стійкість проєкту до зовнішніх та внутрішніх дестабілізаційних факторів. При такому розкладі формуються адаптивні календарні рішення, які можна оперативно коригувати у відповідь на зміну зовнішніх умов, забезпечуючи тим самим високу якість управління строками в умовах економічної турбулентності.

Висновок Досліджено структуру можливих ризиків у будівництві, які впливають на терміни здачі об'єктів. Виділено ключові групи чинників: технічні, технологічні, організаційні, економічні та нормативно-правові. Проаналізовано їх значимість на різних стадіях проєкту, від початкового проєктування до завершального етапу освоєння об'єкта. Встановлено, що використання календарно-мережевих моделей має високий потенціал для планування строків реалізації робіт з урахуванням можливих коливань.

Обґрунтовано важливість системного врахування ризиків на всіх етапах планування. Пропонується створення класифікованого переліку потенційних загроз, визначення їхнього джерела та фази прояву, а також розробка механізмів протидії і зокрема, через розподіл буферного часу, коригування тривалості окремих робіт та передбачення альтернативних шляхів реалізації.

References

1. Hudyma L.O. Risk management in the implementation of BIM technologies in construction projects. – Business Inform. 2021. №5. – P.112-118.
2. Danyliuk T. I. Quality control system in construction projects: a risk-oriented approach. – Ekonomika ta suspilstvo. 2021. No. 33. P. 45–52
3. Danchenko O. B., Nakhimi M. M., Savina O. Yu. Value-oriented management of the scope of a construction project. – Bulletin of the National Technical University “KhPI”. Series: Strategic Management, Portfolio, Program and Project Management. 2020. No. 2. P. 23–31.
4. Druzhynin A. V., Davydenko O. A. Problems of improving calendar planning in the construction sector of Ukraine. Scientific Bulletin of Construction. – 2017. – No. 1 (87). – P. 228–232.

5. DSTU-N B A.3.1-23:2013. Guidelines for determining the duration of construction projects. Kyiv: Ministry for Regional Development of Ukraine, 2013. 64 p.
6. DBN A.3.1-5:2016. Organization of construction production. – Kyiv: Ministry for Regional Development of Ukraine, State Enterprise “Ukrarkhbudinform”, 2016. – 54 p.
7. Zeltser R. Ya., Bielienskova O. Yu., Dubinin D. V. Innovative models and methods of organization, management and economic evaluation of technological processes of construction production: monograph. – Kyiv: Lesia, 2018. – 208 p.
8. Ivanov S. V., Oskoma O. V. Cost-oriented approach to operational and calendar planning of construction enterprises under financial constraints. – Economics of Enterprise. – 2017. – No. 4 (60). – P. 154–160.
9. Ryzhakova H. M., Chupryna Yu. A. Risk-oriented management of construction projects in the format of state investment programs. Ways to Improve the Efficiency of Construction 2020. Issue 39. P. 41–47.
10. Smerichevskiy S., Kravchuk P. Risk management of development projects in the context of digitalization. Management of Complex Systems Development. 2021. No. 46. P. 150–158.
11. Puhachova I. L., Osypenko K. O., Kyrylenko S. A. Problematic issues of construction and technical studies of classifying works on construction sites as current or capital repairs. – Theory and Practice of Forensic Science and Criminalistics. – 2021. No. 23. – P. 246–257. – DOI: 10.32353/khrife.1.2021.19
12. Kozachenko H. V., Teslenko I. A. Innovative approaches to improving the efficiency of construction enterprises in a risk environment. – Ekonomika ta derzhava. – 2021. – No. 12. – P. 23–28.
13. Al-Sehaimi A., Koskela L., Tzortzopoulos P. Improving construction management practice with the Last Planner System: Implementation case studies. – Engineering, Construction and Architectural Management. – 2014. – Vol. 21, No. 4. – P. 421–439. – DOI: 10.1108/ECAM-03-2013-0025
14. Project Management Institute (PMI). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). – 6th ed. – Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017. – 756 p.
15. Pryhodko O., Kushnir I., Hrynenko I., Khomenko O. Innovative analytical and applied apparatus for modeling the organization of construction and development support of projects. – International Independent Scientific Journal. – 2021. – No. 34 (2). – P. 6–11. – DOI: 10.5281/zenodo.7061509
16. Hillson D. Managing Risk in Projects. Book. London: Routledge, 2017. 234p.

A.V. Blonnyi, M.V. Horbach

Integration of risk-oriented planning into schedule forecasting of construction projects under economic instability

The article is devoted to the study of integrating risk-oriented planning into the forecasting of construction project timelines in the context of economic

instability. The proposed approach enables the consideration of various risks to improve the accuracy of schedule planning and to enhance the resilience of construction projects. The aim of the study is to develop methodological foundations for integrating risk-oriented planning into the process of timeline forecasting for construction projects, contributing to the creation of flexible schedule models capable of minimizing the impact of economic fluctuations and other risk factors. A systems approach is applied, incorporating network planning methods, statistical analysis of data from previous projects, and risk modeling based on a hierarchical data structure. The scientific results reveal that risk-oriented planning ensures more accurate forecasting by accounting for risk hierarchies at the project, system, and organizational levels. The proposed model allows for the identification of key risks, such as economic volatility, delays in material supply, and accidents, and integrates them into execution schedules through buffer time and scenario modeling. The use of network models and predictive analytics increases management flexibility, enabling timely adjustments to plans and resource optimization. The findings confirm that systematic risk consideration reduces the likelihood of schedule disruptions and enhances the organizational and technological reliability of construction projects and decision-making processes. Future research prospects include improving quantitative risk assessment methods using artificial intelligence to forecast complex scenarios and developing automated risk management systems integrated with BIM technologies. Further studies may also focus on analyzing the impact of global economic trends on the construction industry and creating universal models for projects of various scales and implementation timelines.

Keywords: *risk-oriented planning, schedule forecasting, construction projects, calendar planning, risk management, network models.*

Посилання на статтю

APA Blonnyi A.V., Horbach M.V., (2022). Integration of risk-oriented planning into schedule forecasting of construction projects under economic instability [Intehratsiya ryzyk-orientovanoho planuvannya v prohozuvannya hrafikiv budivel'nykh proektiv v umovakh ekonomichnoyi nestabil'nosti]. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 49(2), 292-304.

ДСТУ: Блонний А.В., Горбач М.В. Інтеграція ризик-орієнтованого планування у прогнозування строків реалізації будівельних проєктів в умовах економічної нестабільності [Текст] *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2022. № 49(2). С. 292 -304.