

/Київський національний університет будівництва і архітектури
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЖАЛДАК РУСЛАН ЮРІЙОВИЧ

УДК 69.059.7: 624.05

ДИСЕРТАЦІЯ
**ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ
ВИКОНАВЦІВ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ**

19 - «Архітектура та будівництво»

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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

_____ Р. Ю. Жалдак

Науковий керівник: Приходько Дмитро Олександрович
кандидат технічних наук, доцент

Київ – 2024

АНОТАЦІЯ

Жалдак Р. Ю. - **Функціонально-технологічне забезпечення надійності виконавців будівельних проєктів.**- Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», галузь знань – 19 «Архітектура та будівництво». – Київський національний університет будівництва і архітектури, Міністерство освіти і науки України, Київ, 2024 р.

Дисертацію присвяче вирішенню актуального завдання по розробці науково-аналітичного та прикладного комплексу з оцінювання стану і адміністрування процесами функціонально-технологічного забезпечення надійності виконавців в циклі та середовищі девелоперських будівельних проєктів (ДБП).

Визначальними інноваціями дослідження є:

- ✓ розширення концептуально-теоретичних засад щодо організаційно-технічної надійності основних стейкхолдерів будівництва;
- ✓ застосування засади BIM-моделінгу до вирішення різних неформалізованих багатокритеріальних завдань раціоналізації ДБП щодо складу виконавців в умовах невизначеності;
- ✓ методичний та аналітико-прикладний апарат проведення верифікації надійності організацій виконавців, що дає змогу сформувати мережеву модель будівництва із скоригованими вартісними та організаційно-технологічними параметрами, де провідним індикатором є інтегрований рівень надійності ДБП;
- ✓ інноваційний за змістом перелік факторів комплексного нечітко-логічного та експертного оцінювання мікросередовища ДБП у житловому будівництві;
- ✓ удосконалення поняття «управлінський моніторинг проєкту»- у застосуванні до специфіки завдань забезпечення функціонально-технологічної надійності (ФТН) як для окремих організацій-виконавців, так і для всього проєкту;

✓ *вдосконалений та адаптований до умов ДБП апарат трансформації нечітко-логічних описів в детерміновані (кількісні) оцінки станів надійності*—цей апарат сформовано через сполучення алгоритмів нечіткої-логіки (fuzzy-logic) та експертно-евристичного оцінювання, за якою отримавши відповідну бальну оцінку певного фактору мікросередовища ДБП можна інтерпретувати нечітко-логічну оцінку стану ФТН для ДБП за окремим фактором моделі;

✓ *сполучення концептуально-методичних засад «теорії відмов» та fuzzy-logic;*

✓ *інноваційний за формалізованою структурою в організації будівництва інструментарій візуально-аналітичного моніторингу надійності виконавців циклу ДБП* - через залучення fuzz-алгоритмів та ВІМ-технологій - у графо-аналітичному форматі опрацювання циклу девелоперського будівельного проекту (ДБП) здійснюється коригування та оптимізація важливих організаційно-технологічних та адміністративних параметрів будівельного проекту - від моменту укладення девелоперської угоди до пуску в експлуатацію об'єктів проект;

✓ комплекс прикладних програм, основними модулями якого виступають аналітичні карти чутливості взаємного впливу між функціями «стан надійності виконавця» та «результативність для будівельного підприємства»; «інтегрований стан надійності всіх виконавців» та «організаційно-технологічний результат проекту».

Об'єктом дослідження є стан функціонально-технологічної надійності (ФТН) організацій-виконавців проектів будівництва як об'єкт оцінки та коригування збоку девелопера.

Предметом дослідження визначено концептуально-теоретичні, методичні засади та аналітико-прикладні інструменти забезпечення стану ФТН щодо виконавців проекту, який відповідає сумісним вимогам замовника та девелопера проекту.

Методи досліджень. В складі методичного базису роботи наступних універсальних та спеціальних методів і моделей прийняття рішень:

- процесні, організаційно-структурні та організаційно-технологічні моделі будівельного девелопменту;
- організаційно-технологічні, графо-аналітичні сіткові моделі та BIM-інструменти формалізованої деталізації ДБП за стадіями, комплексами та роботами;
- абстрактно-логічний аналіз, системний, процесний та ситуаційний підходи в адмініструванні підприємствами-учасниками ДБП;
- моделі застосування «нечітко-логічного висновку» та fuzzy-технології;
- методичні підходи та моделі SMART-управління та «управління за відхиленнями»;
- теорія організаційної зрілості, підходи адміністрування проектом у форматі «проектного офісу»;
- методичні підходи та моделі формування управлінського регламенту щодо участі окремої організації-виконавця в циклі та середовищі ДБП.

В якості інформаційного базису дослідження використано: праці вітчизняних та зарубіжних вчених з організації, будівельного девелопменту, ризик-менеджменту та теорії стейкхолдерів; власні дослідження автора; ресурси Інтернет (зокрема, й статистичні підсумки щодо діяльності будівельних компаній та результатів адміністрування будівельними проектами).

Метою роботи є розробка науково-аналітичного та прикладного комплексу оцінювання стану та адміністрування процесами функціонально-технологічного забезпечення надійності виконавців в циклі та середовищі девелоперських будівельних проектів (ДБП). Провідною ідеєю дослідження є думка про те, що шляхом аналітичного вияву та адміністрування рівнем надійності окремих організацій-виконавців будівельних проектів девелопер може забезпечити надійність виконання відповідного ДБП.

Наукова новизна роботи полягає в запровадженні суттєво оновленого методико-аналітичного підходу функціонально-технологічного забезпечення надійності організацій-виконавців будівельних проектів в складі 3 модулів: «сукупна оцінка надійності організації-виконавця в девелоперському

будівельному проєкті», «оцінювання надійності зовнішнього мікросередовища впровадження ДБП», «визначення інтегрованого рівня надійності ДБП». Зазначені модулі прив'язані до BIM-моделі циклу ДБП, на кожній поточній координаті проєктного циклу надано спроможність оцінити стан надійності як окремого виконавця, так і всього проєкту як тимчасової операційної системи, з врахуванням вияву впливу окремих факторів мікросередовища проєкту на хід проєктного циклу.

Наукову новизну роботи складають наступні результати, які виносяться на захист та вирізняють зміст науково-методичних інновацій в складі авторського доробку за темою дослідження.

В даній роботі **удосконалено**:

- організаційно-технологічні моделі візуалізації циклу будівельного проєкту – в даній роботі графо-аналітичні моделі «роботи-дуги» із стандартизованого формату трансформовано до наближеного до BIM-технологій та формату формалізації ДБП-циклу, в якому провідною характеристикою поряд з тривалістю та кошторисною вартістю проєкту встановлено індекс функціонально-технологічності надійності середовища ДБП;

- концептуально-теоретичні підходи в організації будівництва щодо факторів впливу на організаційно-технологічні характеристики будівельного проєкту – обґрунтовано вдосконалену номенклатуру факторів нечітко-логічного та експертного оцінювання мікросередовища ДБП у житловому будівництві, які сполучені в 3 групами: «потенційні інституційні перешкоди та можливі небезпеки з боку безпосереднього оточення», «рівень якості девелопменту та оргструктури адміністрування проєкту щодо протистояння загрозам проєкту», «імідж та надійність виконавців через довіру девелопера».

- процедури аналітичного виміру надійності учасників проєкту - на відміну від інших підходів, в даному дослідженні для формалізованого оцінювання певного субпідрядника ДБП до індикаторів нижнього рівня ієрархії в системі оцінювання ФТН поряд з технологічними показниками, які

відображають виконавчу конкурентоспроможність субпідрядника, включено також ряд індикаторів виміру стабільності його економічного стану, спроможності до продуктивного використання ресурсів та індикатор формалізованого виміру іміджу організації в уявленні замовника та девелопера.

Набули подальшого розвитку:

- застосування нечіткої логіки та fuzzy-технологій для формування шкали оцінювання діяльності підприємств – на відміну від існуючих підходів в даній роботі враховано специфіку діяльності виконавців в циклі ДБП через пряму кореляцію інтегрованого показника надійності підприємства та надійності циклу в цілому на зміну (коригування) базисних величин тривалості, кошторисної вартості та маневреності використання ресурсів організації як субпідрядника ДБП;

- концептуально-теоретичні підходи щодо економіко-кваліметричних принципів та процедур виміру загального рівня ризику будівництва - на відміну від інших підходів, рівень ідентифікується за бально-лінгвістичним ідентифікатором- бальний вимір надає уявлення щодо віддалення рівня ризику даного проєкту від уявного, зразково-надійного («еталонного») проєкту. Лінгвістична компонента ідентифікатору вказує на попадання організації чи проєкту в цілому в певний діапазон (сферу) надійності, що, в свою чергу, створює підстави для застосування до окремого виконавця певного набору організаційно-управлінських чи інших заходів: виробничий або виробничо-структурний реінжиніринг, виробнича диверсифікація (зміна в господарському портфелі підприємства-виконавця) тощо. Таке оцінювання по всім потенційним виконавцям проєкту рекомендовано здійснювати девелоперу сумісно із замовником проєкту на початку передінвестиційно-підготовчої фази ДБП. В разі одержання оцінок ФТН в цілому по проєкту близько до директивних значень (менше 5% від рівня «абсолютна надійність») склад виконавців ДБП вважається та мікросередовище ДБП вважається «безризиковим». Це дає підставу рекомендувати склад виконавців до остаточного схвалення;

- інтегрований вияв організаційно-технологічних чинників впливу як передумов функціональних відхилень ходу «інвестиційно-будівельного циклу» - провідними факторами відхилень ДБП визнано «інституційні похибки щодо задуму та майбутньої цінності продукту проєкту», «недостовірна ідентифікація надійності складу виконавців та його наступний вибір», «недостовірно врахування впливу чинників мікросередовища» на хід циклу ДБП;

- застосування концептуально-теоретичного базису технічного адаптогенезу – у застосуванні до особливостей виміру надійності діяльності організацій- виконавців в складі девелоперського середовища проєктів будівництва термін «технічний адаптогенез» застосовано як вимірювану здатність пристосування до змін у виробничо-технічному, операційно-аналітичному та комунікативному середовищі ДБП.

У вступі автором викладено загальну характеристику дисертаційної роботи, зокрема: актуальність теми, зв'язок теми і змісту дослідження із науковими темами та програмами, складові наукової та практичної цінності роботи, зміст та інновації особистого внеску автора.

Перший розділ роботи присвячено систематизації базових дефініцій дослідження обґрунтовано важливість взаємодії таких підсистем в організації будівництва як технологічна та організаційна - як усередині будівельного підприємства, так і під час взаємодії організацій-виконавців будівельних проєктів. Дефініцію «функціонально-технологічна надійність» (ФТН) щодо організацій-виконавців застосовано як комплексну категорію, яка відображає широкий спектр вимог, які пред'являються до виконавців будівельного проєкту замовником, девелопером або генеральним підрядником щодо термінів та якості виконуваних робіт, а також щодо дотримання вартісно-бюджетних умов участі виконавця в циклі ДБП.

Другий розділі присвячено викладу формуванню методичного базису дослідження. При формуванні методологічного фундаменту дослідження використано такі ключові елементи: організаційно-технологічні та графо-аналітичні сіткові моделі, а також ВІМ-інструменти для формалізованої

деталізації ДБП з врахуванням стадій, комплексів та робіт; принципи будівельного розвитку, smart-управління та управління відхиленнями; моделі використання "неоднозначного висновку" та технології на основі нечеткої логіки. Під час досліджень було доведено, що для ефективної роботи діагностично-інформаційної підсистеми, що забезпечує надійність виконавців, були розроблені управлінські блоки на основі моделювання SADT.

Третій розділ роботи присвячено формуванню основного результату роботи - компонент інструментарію *верифікації стану надійності виконавців* на ґрунті нової системи індикаторів ФТН, імплементованих до складу BIM-моделі циклу адміністрування проектом. В складі інструментарію використано 3 групи показників: «потенційні перешкоди та небезпек збоку безпосереднього оточення проекту»; «якість девелопменту та надійність оргструктури адміністрування ДБП щодо протистояння загрозам»; «формалізований вияв довіри девелопера до стану ФТН до виконавців». В цьому ж розділі відображено зміст і призначення підсистем комплексу прикладних програм, який впроваджувався в практику організації будівництва та адміністрування діяльністю організацій-виконавців в складі девелоперських проектів.

Практична цінність роботи полягає у створенні аналітико-прикладного комплексу програм та рекомендацій щодо його спрямування на попередження відхилень та деструкцій в організації циклу ДБП через забезпечення надійного функціонування організацій-виконавців в середовищі будівельного проекту. На ґрунті інтеграції BIM-технологій, нечіткої логіки та суттєвої модернізації організаційно-технологічних моделей будівництва забезпечено чітку формалізацію та прозорість у проведенні кваліметричних замірів стану ФТН проекту. Цінність науково-прикладного доробку здобувача, окремих висновків та результатів роботи підтверджено позитивними підсумками щодо їх впровадження як в практику діяльності з підготовки і адміністрування проектами будівельного девелопменту: ТОВ БФ «Альфа-сервіс», ТОВ «Архітектурно-будівельні новації», Інституту місцевого розвитку, Академії будівництва України, а також застосуванням в освітньому процесі Київського

національного університету будівництва і архітектури при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Ключові слова: девелоперський будівельний проєкт (ДБП), організація-виконавець ДБП, функціонально-технологічна надійність (ФТН), стан ФТН для організації-виконавця, індикатори ФТН, «управління за відхиленнями», інтегральний показник ФТН проєкту.

ABSTRACT

Zhaldak R. Yu. - **Functional and technological support for the reliability of construction project executors.** - Qualification scientific work with manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 192 "Construction and civil engineering", field of knowledge - 19 "Architecture and construction". – Kyiv National University of Construction and Architecture, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2024.

The dissertation is devoted to the solution of the current task of developing a scientific-analytical and applied complex for assessing the condition and administering processes of functional-technological assurance of the reliability of executors in the cycle and environment of development construction projects (DCP).

The defining innovations of the research are:

- expansion of conceptual and theoretical foundations regarding the organizational and technical reliability of the main construction stakeholders;
- application of the principle of BIM-modeling to the solution of various non-formalized multi-criteria tasks of rationalization of DCP regarding the composition of performers in conditions of uncertainty;
- methodical and analytical-applied apparatus for verifying the reliability of performing organizations, which makes it possible to form a network model of construction with adjusted cost and organizational and technological parameters, where the leading indicator is the integrated level of reliability of the public utility;

- innovative in terms of content, the list of factors of complex fuzzy logical and expert evaluation of the microenvironment of DCP in residential construction;
- improvement of the concept of "management monitoring of the project" - in application to the specifics of tasks of ensuring functional and technical reliability (FTR) both for individual performing organizations and for the entire project;
- improved and adapted to the conditions of DCP the apparatus for transforming fuzzy-logical descriptions into deterministic (quantitative) assessments of reliability states – this apparatus was formed through the combination of algorithms of fuzzy-logic and expert-heuristic evaluation, according to which, after receiving the corresponding score of a certain factor it is possible to interpret the fuzzy-logical assessment of the state of FTR for DCP by a separate factor of the model;
- combination of conceptual and methodological principles of "failure theory" and fuzzy-logic;
- an innovative, formalized structure in the construction organization of tools for visual-analytical monitoring of the reliability of the performers of the construction project cycle - through the involvement of fuzz algorithms and BIM technologies - in the graph-analytical format of processing the cycle of the development construction project (DCP), the adjustment and optimization of important organizational and technological and administrative parameters of the construction project - from the moment of signing the development agreement to the commissioning of the project objects;
- a complex of applied programs, the main modules of which are analytical maps of the sensitivity of the mutual influence between the functions "reliability of the contractor" and "performance for the construction enterprise"; "integrated state of reliability of all performers" and "organizational and technological result of the project".

The object of research is the state of functional and technical reliability (FTR) of organizations implementing construction projects as an object of assessment and adjustment from the side of the developer.

The subject of the research is defined conceptual-theoretical, methodological principles and analytical-applied tools for ensuring the state of the FTR in relation to the project executors, which meets the compatible requirements of the customer and the project developer.

Research methods. The following universal and special methods and decision-making models are part of the methodological basis of work:

- process, organizational-structural and organizational-technological models of building development;
- organizational-technological, grapho-analytical grid models and BIM-tools of formalized detailing of DCP by stages, complexes and works;
- abstract-logical analysis, system, process and situational approaches in the administration of enterprises-participants of DCP;
- models of application of "fuzzy logical conclusion" and fuzz technology;
- methodical approaches and models of SMART-management and "management by deviations";
- the theory of organizational maturity, project administration approaches in the "project office" format;
- methodical approaches and models for the formation of management regulations regarding the participation of a separate implementing organization in the cycle and environment of the DCP.

As the information base of the research, the following works were used: works of domestic and foreign scientists in the field of organization, construction development, risk management, and stakeholder theory; the author's own research; Internet resources (in particular, statistical summaries on the activities of construction companies and the results of administration of construction projects).

The purpose of the work is the development of a scientific-analytical and applied complex of state assessment and administration processes of functional-

technological assurance of the reliability of executors in the cycle and environment of development construction projects (DCP). The leading idea of the research is the opinion that through analytical detection and administration of the level of reliability of individual organizations implementing construction projects, the developer can ensure the reliability of the execution of the corresponding DCP.

The scientific novelty of the work consists in the introduction of a significantly updated methodical and analytical approach to the functional and technological assurance of the reliability of organizations implementing construction projects as part of 3 modules: "cumulative assessment of the reliability of the implementing organization in the development construction project", "reliability assessment of the external microenvironment of the implementation of DCP", "determination of the integrated level of reliability". The specified modules are tied to the BIM model of the DCP cycle, at each current coordinate of the project cycle, the ability to assess the state of reliability of both an individual executor and the entire project as a temporary operating system is provided, taking into account the impact of individual factors of the project microenvironment on the progress of the project cycle.

The scientific novelty of the work consists of the following results, which are presented for defense and distinguish the content of scientific and methodical innovations as part of the author's work on the topic of research.

This work improved:

- organizational and technological models of visualization of the construction project cycle – in this work, grapho-analytical models of "work-arc" from a standardized format are transformed to a format close to BIM technologies and the formalization of the DCP cycle, in which the leading characteristic, along with the duration and estimated cost of the project the index of functional and technical reliability of the DCP environment is established;

- conceptual-theoretical approaches in the organization of construction regarding the factors influencing the organizational and technological characteristics of the construction project - an improved nomenclature of factors of fuzzy-logical and expert assessment of the microenvironment of DCP in residential construction is

substantiated, which are combined in 3 groups: "potential institutional obstacles and possible dangers from the immediate environment", "the level of development quality and the organizational structure of the project administration regarding the resistance to project threats", "the image and reliability of the performers due to the trust of the developer".

- procedures for analytical measurement of the reliability of project participants
- in contrast to other approaches, in this study, for the formalized evaluation of a certain subcontractor of the DCP to the indicators of the lower level of the hierarchy in the FTR evaluation system, along with the technological indicators that reflect the executive competitiveness of the subcontractor, a number of indicators for measuring its stability are also included economic condition, capacity for productive use of resources and an indicator of the formalized measurement of the organization's image in the perception of the customer and developer.

Acquired further development:

- the use of fuzzy logic and fuzzy technologies to form a scale for evaluating the activities of enterprises - in contrast to existing approaches, this work takes into account the specifics of the activities of performers in the DCP cycle through a direct correlation of the integrated indicator of the reliability of the enterprise and the reliability of the cycle as a whole to the change (adjustment) of the basic duration values , the estimated cost and maneuverability of the use of the organization's resources as a subcontractor of the DCP;

- conceptual-theoretical approaches to economic-qualimetric principles and procedures for measuring the general level of construction risk - unlike other approaches, the level is identified by a ball-linguistic identifier - the ball measurement provides an idea of how far the risk level of a given project is from the imaginary, exemplary-reliable one ("reference") project. The linguistic component of the identifier indicates that the organization or project as a whole falls into a certain range (sphere) of reliability, which, in turn, creates grounds for applying a certain set of organizational and managerial or other measures to an individual performer: production or production and structural reengineering, production diversification

(change in the economic portfolio of the performing enterprise) etc. It is recommended that the developer jointly with the project customer carry out such an assessment of all potential project executors at the beginning of the pre-investment and preparatory phase of the DCP. In the case of obtaining FTR estimates for the project as a whole close to the directive values (less than 5% of the "absolute reliability" level), the composition of the DCP performers is considered and the microenvironment of the DCP is considered "risk-free". This gives reason to recommend the composition of performers for final approval;

- an integrated identification of organizational and technological factors of influence as prerequisites for functional deviations of the course of the "investment and construction cycle" - "institutional errors regarding the design and future value of the project product", "unreliable identification of the reliability of the team of performers and its subsequent selection" were recognized as the leading factors of deviations of the DCP. unreliable consideration of the influence of microenvironmental factors" on the course of the DCP cycle;

- the application of the conceptual-theoretical basis of technical adaptogenesis – when applied to the specifics of measuring the reliability of the activities of performing organizations as part of the development environment of construction projects, the term "technical adaptogenesis" is used as a measurable ability to adapt to changes in the production-technical, operational-analytical and communication environment of the public sector.

In the introduction, the author sets out the general characteristics of the dissertation work, in particular: the relevance of the topic, the connection of the topic and the content of the research with scientific topics and programs, the components of the scientific and practical value of the work, the content and innovations of the author's personal contribution.

The first section of the work is devoted to the systematization of the basic definitions of the study, the importance of the interaction of such subsystems in the organization of construction, both technological and organizational - both within the construction enterprise and during the interaction of organizations implementing

construction projects. The definition of "functional and technical reliability" (FTR) in relation to executing organizations is applied as a complex category that reflects the requirements of the customer and the developer of the construction project regarding the rhythm and quality of the work performed, as well as regarding compliance with the cost-budgetary conditions of the contractor's participation in the DCP cycle.

The second chapter is devoted to the presentation of the formation of the methodological basis of the study. The following key elements were used in the formation of the methodological basis of the study: organizational-technological and grapho-analytical grid models, as well as BIM tools for formalized detailing of the DCP, taking into account stages, complexes and works; principles of construction development, smart management and management of deviations; models of using "ambiguous inference" and technology based on fuzzy logic. During the research, it was proved that for the effective operation of the diagnostic and informational subsystem, which ensures the reliability of the performers, management blocks were developed based on SADT modeling.

The third section of the work is devoted to the formation of the main result of the work - a component of the toolkit for verifying the state of reliability of the performers on the basis of the new system of FTR indicators, implemented as part of the BIM model of the project administration cycle. The toolkit uses 3 groups of indicators: "potential obstacles and dangers on the side of the immediate environment of the project" ; "quality of development and reliability of the organizational structure of the DCP administration in terms of countering threats"; "a formalized manifestation of the developer's trust in the state of the FTR to the executors." The same section reflects the content and purpose of the subsystems of the complex of applied programs, which was introduced into the practice of construction organization and administration by the activities of implementing organizations as part of development projects.

The practical value of the work consists in the creation of an analytical and applied complex of programs and recommendations for its direction in the prevention of deviations and destruction in the organization of the DCP cycle by ensuring the reliable functioning of implementing organizations in the environment of a construction project.

Based on the integration of BIM technologies, fuzzy logic and significant modernization of the organizational and technological models of construction, a clear formalization and transparency was ensured in the qualitative measurements of the state of the FTR of the project. The value of the scientific and applied work of the acquirer, individual conclusions and results of the work was confirmed by positive results regarding their implementation as in the practice of activities for the preparation and administration of construction development projects: LLC BC "Alfa-Service", LLC "Architectural and Building Innovations", the Institute of Local Development, Academy of Construction of Ukraine, as well as its application in the educational process of the Kyiv National University of Construction and Architecture in the preparation of bachelors and masters in the specialty 192 "Construction and Civil Engineering".

Key words: developer construction project (DCP), the organization-executive of the DCP, functional and technical reliability (FTR), the status of the FTR for the performing organization, indicators of the FTR, "management of deviations", the integral indicator of the FTR of the project.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, які індексуються в міжнародних наукометричних базах (Index Copernicus, Google Scholar)

1. Жалдак Р.Ю. Інформаційно-аналітичний базис оцінювання надійності виконавців будівельних проєктів. *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2024. – Вип. 85. – С. 211-223. DOI: 10.32347/2076-815X.2024.85.211-223. Режим доступу: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/2024/202485.pdf>
2. Жалдак Р.Ю. Аналітико-прикладні інновації забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців девелоперських будівельних проєктів. *Нові технології в будівництві*: наук.-техн. збірник. – К., НДІБВ, 2023, № 43. С.76-85. DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2023.43.10> Режим доступу: <http://ntinbuilding.ndibv.org.ua/v43-2023>
3. Жалдак Р.Ю. Формування моделі оцінки функціонально-технологічної надійності виконавців будівельного проєкту *Просторовий розвиток*. Науковий збірник. – К., КНУБА, 2024. – Вип. 7. - С. 273-285. DOI: 10.32347/2786-7269.2024.7. С. 273-285. Режим доступу: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2024/SD2407.pdf>
4. **Zhaldak R.**, Chernyshev D. Methodical components of formation of diagnostic-information subsystem of ensuring functional-technological reliability of executors of the construction project (Методичні компоненти формування діагностико-інформаційної підсистеми забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців проєкту будівництва) *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2022. – Вип. 79. – С. 164-172. DOI: 10.32347/2076-815x.2022.79.164-172. Особистий внесок автора: здійснено формалізацію методики розрахунку показників біосферної сумісності будівництва при впровадженні інноваційних конструктивно-архітектурно-планувальних рішень. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2022_79_34
5. Chernyshev D., Prykhodko O., **Zhaldak R.** Functional-technological subsystems of digital transformations of business processes and organizational structures of construction enterprises (Функціонально-технологічні підсистеми цифрових трансформацій бізнес-процесів та оргструктур будівельних підприємств). *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2021. – Вип. 78. – С. 508-519. DOI: 10.32347/2076-815x.2021.78.508-519. Особистий внесок автора: на основі методології ВРР розроблено прикладні компоненти поєднання етапів зворотнього та прямого реінжинірингу через ідентифікацію стану надійності виконавців будівельного проєкту. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2021_78_46.
6. Орленко І. М., **Жалдак Р. Ю.**, Приходько О. О., Шпаков А. В. Модифікація методично-прикладного інструментарію діагностики фінансового

стану будівельного підприємства в контексті санаційного менеджменту. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 46. С. 100 – 107, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.46.100-107. Особистий внесок автора: запропоновані методичні компоненти формування діагностико-інформаційної підсистеми забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців як провідної складової деструктивним впливом при реалізації проєкту. Режим доступу: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-46/16.pdf>

7. Шпаков А. В., **Жалдак Р. Ю.**, Кушнір І. І. Інноваційно-прикладна основа структурно-функціональної регламентації операційної системи управління провідних стейкхолдерів будівельного проєкту. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 47. С. 151 – 161, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.47.151-161. Особистий внесок автора: запроваджено в складі цілісної системи програмних модулів окремого модуля, який забезпечує оцінку та вибір контрагентів-девелопера підприємств – виконавців стадій або комплексів робіт в межах будівельного проєкту. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2021_47_20

8. Приходько Д. О., Жалдак Р. Ю., Дикий О. В. Процесно-структурні трансформації як пріоритетний вектор розвитку інноваційної платформи будівельного девелопмента. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 48. С. 114 – 124, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.48.114-124. Особистий внесок автора: з використанням сучасного методу інтегрованої реалізації будівельних проєктів – Integrated Project Delivery (IPD) запропоновано управлінський регламент моніторингу надійності виконавців за етапами життєвого циклу девелоперського проєкту. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2021_48_16

9. **Жалдак Р.**, Чернишев Д., Малихін М. Реалізація процедур верифікації стану надійності виконавців в складі моделей адміністрування проєктами будівництва. *Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник*. – К., КНУБА, 2022. – Вип. 80. – С. 180-190. DOI: 10.32347/2076-815X.2022.80.180-190. Особистий внесок автора: здійснено інформаційно-аналітичне обґрунтування інструментарію організаційно-технологічного моделювання, змісту процесів ритмічності та результативності перебігу передінвестиційної фази будівельного проєкту. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2022_80_31

10. **Жалдак Р.Ю.**, Малихін М.О., Мірутенко О.В. Визначення загальносистемних детермінант динамічного розвитку будівельних підприємств у концепті венчурного інвестування. *Просторовий розвиток*. - 2022. - Вип. 2. - С. 181-192. DOI: 10.32347/2786-7269.2022.2.181-192. Особистий внесок автора: розроблена економіко-математична модель передбачуваної вартості будівельного об'єкта (ПВБО) та організаційна модель управління ПВБО з метою забезпечення інформаційної підтримки і взаємодії стейкхолдерів будівництва. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spdev_2022_2_16

11. Дружинін М. А., **Жалдак Р. Ю.**, Ніколаєва М. Ю. Оновлення моделей організації будівництва в контексті їх адаптогенності до сучасних управлінських та цифрових технологій. *Управління розвитком складних*

систем. Київ, 2022. № 52. С. 73 – 83, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2022.52.73-83. Особистий внесок автора: формалізовано параметричні критерії діяльності мережевої організаційної структури (МОС) при реалізації проекту в будівництві: фокальної, динамічної і мультифокальної. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2022_52_12

12. Хоменко О. М., Приходько О. О., Дружинін М. А., Жалдак Р. Ю. Сучасна технологія моделювання організаційної підготовки та девелоперського супроводу проектів будівництва. Просторовий розвиток: науковий збірник. – К., КНУБА, 2023. – Вип. 3. – С. 162-172. DOI: 10.32347/2786-7269.2023.3.162-172. Особистий внесок автора: запропоновано формалізацію факторів впливу інтегрованого середовища та топологію структурних елементів системи моніторингу

надійності виконавців в умовах динамічного середовища впровадження проектів будівництва. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spdev_2023_3_16.

13. Антипенко Є. Ю., Жалдак Р. Ю., Дружинін М. А. Модернізація методологічних підходів до організаційнотехнологічного та економіко-управлінського супроводу девелоперських проектів. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. № 56. С. 116 – 122, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2023.56.116-122. Особистий внесок автора: запропоновані методичні компоненти формування діагностико-інформаційної підсистеми забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців в управлінні матеріальними потоками та аналізу багатоміжностності поставок. Режим доступу: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-56/116-122.pdf>

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав із напрямку, з якого підготовлено дисертацію:

(Журнали включено до наукометричних баз: Index Copernicus, Scientific Indexing Services, Citefactor, Open Academic Journals Index Ulrichsweb, BASE)

14. **Zhaldak R.**, Akselrod R., Prykhodko D. (2021) Development and adaptation of an integrated software product for the implementation of development projects based on a combined approach International independent scientific journal, №34 (2), p.15-19. ISSN 3547-2340 (Kraków, Rzeczpospolita Polska). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7061509>. Особистий внесок автора: запропоновано компоненти методики вияву та коригування рівня системної надійності організацій-виконавців будівництва на основі процесно-орієнтованого підходу. Режим доступу: https://www.iis-journal.com/wp-content/uploads/2024/03/IISJ_34_2.pdf

15. **Zhaldak R.**, Nikolaeva M. (2022) Improvement of the toolkit for choosing alternatives for the implementation of construction projects based on the functional and technical reliability of implementing organizations. *Středoevropský věstník pro vědu a výzkum* № 9. ISSN: 2336-3630 (online), Praha, Чеська Республіка.

Особистий внесок автора: визначено основні напрями удосконалення інструментарію вибору альтернативних варіантів реалізації будівельних проєктів з урахуванням функціональної та технічної надійності організацій-виконавців.

Режимдоступу: <https://journals.indexcopernicus.com/search/journal/issue?issueId=323161&journalId=20855>

16. О. Khomenko, М. Druzhynin, О. Prykhodko, **R. Zhaldak** (2022). [Organization and management of digital transformation of business structures in construction development](#). *News of Science and Education*, № 1(9). ISSN: 2312-2773 (online). UK: Sheffield. Особистий внесок автора: сформовано вимоги до цифрової трансформації як імперативу інноваційного розвитку бізнес-структур, Режим доступу: <https://journals.indexcopernicus.com/search/journal/issue?issueId=323990&journalId=3231>

Матеріали конференцій, де здійснено апробацію роботи:

17. Zhaldak R. Conceptual bases on the essence of the definition of organizational and technological reliability of contractors in application to modern concepts of implementation of construction projects. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. (USA, Boston, 14-16 January). CPN Publishing Group. Boston, USA. 2021. Pp. 251-254.

18. Zhaldak R. Methodical approaches to the formation of predictors of organizational and technological reliability of investment construction projects. «Conduct of modern science»: XI international scient. and pract. conf: materials of the conf. – Sheffield: Science and education LTD, 2021. – Vol. 3. – P. 29-31.

19. Жалдак Р. Ю. Специфіка формування господарського портфеля підприємствами-стейкхолдерами будівельно-інвестиційних проєктів в сучасній системі будівельного девелопменту. Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України : зб. матер. IV Всеукр. круглого столу з міжнар. участю, 17 листопада 2021 р. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – Київ : КОМПРИНТ, 2022. – С. 96 – 100. – (До 75-річчя з дня створення ООН з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО)).

20. Жалдак Р.Ю. Спрямування вимог девелопменту та BIM-технологій на модернізацію структур адміністрування будівельним проєктом. Міжнародний науково-технічний форум «Архітектура, Дизайн та Будівництво: Інноваційні технології»: програма та тези доповідей. Київ, ДП НДІБВ, 2021. С.72.

21. Жалдак Р.Ю. Формування інформаційно-прикладної основи оцінки надійності виконавця будівельних проєктів: інтелектуально-цифрові компоненти та аналітико-параметричний базис. Матеріали V міжнар. конф. «Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України», Київ, КНУБА, 2022. С.10.

22. Жалдак Р.Ю. Забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців девелоперського проєкту на передінвестиційно-підготовчій фазі його життєвого циклу. Програма та тези доп. IX міжнар. наук.-практ. конф. «Нові технології в будівництві». – Київ, 2022. – К.: НДІБВ. – С.41-43.

23. Жалдак Р.Ю. Формування дієвої системи індикаторів забезпечення надійності виконавців на ґрунті сполучення засад «управління за відхиленнями» теорії відмов та BIM-технологій. Програма круглого столу "Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України". Київ: КНУБА, 2023. С. 21.
24. Жалдак Р. Виявлення та коригування рівня функціонально-технологічної надійності організацій-виконавців будівельних проєктів. Маркетингові стратегії, підприємництво: сучасний стан, напрямки розвитку: Матеріали V Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.: тези доповідей. Київ: 2024. С.174-176.
25. Zhaldak R., Prykhodko O. Innovative scientific-analytical and practical developments to improve the functional and technological reliability of construction project executors. The 9th International scientific and practical conference "Global science: prospects and innovations". Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom. 2024. P. 109-114. Особистий внесок автора: запропонована діагностико-інформаційна підсистема забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців на основі BIM- технологій.
26. Жалдак Р. Ю. Зміна конфігурації та технології адміністрування підприємством –девелопером в контексті науково-прикладних засад верифікації функціонально-технологічної надійності виконавців проєктів будівництва. Програма та тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції «Енергоощадні машини і технології», Київ, КНУБА, 2024. С. 34.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	24
ВСТУП.....	24-37
РОЗДІЛ 1. Аналіз концептуально-теоретичних засад щодо сутності дефініції організаційно-технологічної надійності виконавців у застосуванні до сучасних уявлень впровадження проєктів будівництва	38
1.1. Систематизація базових дефініцій дослідження: розширене тлумачення ОТН-ті щодо основних стейкхолдерів проєктів будівництва	38-62
1.2. Забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців девелоперського проєкту на передінвестиційно-підготовчій фазі його життєвого циклу	63-79
1.3. Функціонально-технологічний та управлінський регламент моніторингу надійності виконавців за етапами життєвого циклу девелоперського проєкту	80-93
Висновки до розділу 1	94-97
РОЗДІЛ 2. Методичний підхід до вияву та коригування рівня системної надійності організацій-виконавців будівництва	98
2.1. Методичні компоненти формування діагностико-інформаційної підсистеми забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців як провідної складової деструктивним впливом при реалізації проєкту	98-114
2.2. Імплементация компонент «управління за відхиленнями» до складу загально-методичного підґрунтя дослідження	114-133
2.3. Формування дієвої системи індикаторів забезпечення надійності виконавців на ґрунті сполучення засад «управління за відхиленнями» теорії відмов та ВІМ технологій	134-151
Висновки до розділу 2	151-154
РОЗДІЛ 3. Науково-аналітичні та прикладні інновації в забезпеченні функціонально-технологічної надійності виконавців девелоперських будівельних проєктів	155

3.1. Прикладні компоненти та ризик-ідентифікація будівельного проєкту через стан надійності його виконавців	155-171
3.2. Реалізація процедур верифікації стану надійності виконавців в складі BIM-моделі адміністрування проєктів будівництва	171-210
3.3. Спрямування вимог девелопменту та BIM на модернізацію структур адміністрування будівельним проєктом	211-232
Висновки до розділу 3	232-235
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	236-242
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	243-262
ДОДАТКИ	263

Перелік умовних позначень

ДБП - девелоперський будівельний проєкт

ІСПБП - інтелектуальні системи підтримки бізнес-процесів

КФУ - ключові фактори успіху НБК - негабаритних будівельних конструкцій

МАІ - метод аналізу

СППР - системи підтримки прийняття рішень

ФТН-функціонально-технологічна надійність

AI (Artificial Intelligence) - штучний інтелект

BD (big data) – великі дані

BI (business intelligence) - бізнес-інтелект

BIM (Building Information Modeling) - інформаційна модель будівель

BPR (Business process reengineering) - реінжиніринг бізнес-процесів

BSC (balanced scorecard) - системи забалансованих показників

CRM (Customer Relationship Management) - системи управління відносинами з клієнтами

ERP (enterprise resource planning) - системи управління виробничими ресурсами

KPI (Key Performance Indicator) - ключові показники ефективності HCM (Human Capital Management) - системи управління кадрами

HR (Human Resources) - людські ресурси

ML (machine learning) - машинне навчання

OLAP (online analytical processing) - аналітична обробка у реальному часі

PM (project management) - системи управління проєктами

SCM (Supply Chain Management) - системи управління ланцюжками постачання

ВСТУП

Актуальність теми. Будівництво є однією з найважливіших галузей економіки, що вимагає високої надійності і якості виконання робіт. Надійність виконавців будівельних проєктів є ключовим чинником, що визначає успішність реалізації будівельних об'єктів, їх безпечність та довговічність. Функціонально-технологічне забезпечення надійності виконавців будівельних проєктів є комплексним процесом, що включає широкий спектр заходів, починаючи від впровадження сучасних технологій та матеріалів, регулярний контроль якості, ефективну організацію та управління будівельними процесами і закінчуючи забезпеченням безпеки праці та підвищенням кваліфікації працівників. Для забезпечення надійності виконавців будівельних проєктів необхідно здійснювати ефективну організацію та управління будівельними процесами на основі оптимізації техніко-технологічних процесів, застосування сучасних методів автоматизації та інтегрування проєктних функцій, формування автоматизованих систем управління будівельними процесами, що охоплюють весь спектр виконавців, а також забезпечувати оптимізацію діяльності в рамках окремих функціональних зон (управління персоналом, матеріально-технічним постачанням, інвестиційно-фінансовим забезпеченням, тощо).

Висвітленням окремих наукових та науково-прикладних аспектів забезпечення надійності у застосуванні до будівництва як системної технічної категорії, до будівель та споруд як складових будівельного проєкту в окремих технічних, функціональних, організаційно-технологічних та адміністративно-управлінських компонентах здійснювали такі науковці як Р.Б.Тян, М.К. Кірнос, В.І.Павлов, О.І. Менайлюк, О.М. Лівінський, В.Р. Млодецький, А.В. Радкевич, В.О. Поколенко, О.А.Тугай, Т.С. Кравчуновська, І.А. Арутюнян, В.І. Доненко, Ю.А. Чуприна, Д.О. Чернишев Д.О.Приходько, М.В. Горбач, Р.В.Трач. Праці зазначених авторів спонукали на автора те, щоб відійти від суто технічного розгляду категорії «надійності» будівельного об'єкту та перейти

до виокремлення характеристик надійності виконавців (судпядрядників) проекту будівництва в такий спосіб, щоб різнотипні вимоги розгляду змісту участі певного підприємства-субпідрядника об'єднати в цілісну інтегральну категорію «функціонально-технічна надійність (ФТН) виконавця будівельного проекту», з можливістю її формалізованого виміру, відповідного потребам девелопера та замовника проекту як провідних осіб інвестиційно-будівельного процесу. На вибір теми дослідження вплинуло розуміння того, що стан ФТН виконавця безпосередньо впливає на різні аспекти успішності проекту (1-4).

1. *Загальна функціональна рівновага середовища проекту.* Надійний виконавець забезпечує стабільність і консистентність в роботі команди проекту. Він демонструє здатність до вирішення проблем, управління конфліктами та підтримки інших членів команди. Це сприяє створенню сприятливого середовища для продуктивної роботи всіх учасників проекту.

2. *Успішність виконання окремих робіт і стадій.* Надійний виконавець має високу ймовірність виконання своїх обов'язків вчасно і з високою якістю. Це забезпечує вчасне завершення етапів і завдань проекту, що в свою чергу сприяє збереженню графіка і бюджету проекту.

3. *Забезпечення ходу проекту відповідно до очікувань замовника і девелопера.* Надійний виконавець розуміє, враховує вимоги і очікування замовника та девелопера проекту. Він активно комунікується з замовником, регулярно висвітлює прогрес і ризики, що дозволяє уникнути непорозумінь і забезпечити взаємодію на всіх етапах реалізації проекту.

4. *Виконавець, який додержує вимоги ФТН, співвідносить участь в проекті з вектором власного розвитку і зростання.* Виконавець з високим рівнем ФТН розглядає участь в певному проекті як обов'язкову складову власного господарського портфеля та складову власного зростання фінансового результату та іміджу як виконавця певного виду робіт на охопленій підприємством частці ринку будівельних або спеціальних робіт.

Таким чином, надійність виконавця впливає на всі ключові аспекти проекту, включаючи його загальну ефективність, якість виконання робіт і

задач, а також задоволення очікувань всіх зацікавлених сторін. Тому вибір надійного виконавця є критично важливим для успішного завершення будь-якого проєкту.

Відповідно до інтегрованих вимог, підприємство-виконавець будівництва має гарантувати високу функціонально-технологічну та виконавчу надійність щодо своєї участі в девелоперському проєкті.

Попри тривале використання в теорії і практиці організації будівництва стандартизованих уявлень та методик дослідження технічної надійності будівельних проєктів як конструктивних систем, вирішення функціонально-технологічної надійності як інноваційно-виокремленої категорії є нагальною потребою сьогодення, яка не знайшла належного науково-методичного висвітлення та прикладного вирішення в організації будівництва.

Прийнята в роботі гіпотеза дослідження визначає, що для достовірного розгляду організаційно-технологічних рішень як на рівні будівельного проєкту в цілому, так і рівні окремих організацій-виконавців - доцільним є виміри надійності як через різно-аспектні одиничних індикатори, такі і через інтегральний показник надійності виконавців, який має охоплювати всі сфери операційно-виробничої діяльності. Це в свою чергу вимагає позиціонування функціонально-технологічної надійності як провідної складової підготовки та впровадження будівельного девелоперського проєкту і як затребуваного продукту, а також як динамічної соціо-технічної та економіко-управлінської системи. Відображена гіпотезою інноваційна постановка завдання обумовлює *актуальність теми та предмету дослідження.*

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Зміст та інноваційний характер одержаних в дисертації результатів відповідає тематичному спрямуванню:

Закону України «Про містобудівну діяльність» (в редакції від 04.01.2024, підстава - 3505-IX);

Державних будівельних норм: ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» та ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи».

Національному стандарту ДСТУ ISO 19650-1:2020 «Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання. Частина 1. Концепції та принципи (ISO 19650-1:2018, IDT.Схвалено 18.03.2020 р.).

Компоненти науково-методичних та прикладних розробок, які відображені у дисертаційній роботі, успішно втілені під час впровадження робіт науково-прикладного та науково-пошукового характеру в Київському національному університеті будівництва і архітектури:

- внеском авторського доробку в опрацювання теми «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (номер держреєстрації 0115U000860) є обґрунтована автором методика оцінювання надійності організацій-виконавців, яка спирається на експертно-семантичне оцінювання зазначених організацій за факторами надійності у форматі fuzzy-технологій;

- внеском авторського доробку в опрацювання теми «Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів» (№0121U111793), є обґрунтований автором комплекс прикладних програм «Організаційно-технологічний комплекс оцінювання девелопером проєкту надійності операційної системи підприємства-виконавця».

Внеском авторського доробку в опрацювання теми «Вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту для проєктів будівництва» (тема № W4-14-b, Академія будівництва України) є обґрунтована автором система правил нечіткого логічного висновку для чинника «Репутація».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи визначено розробку науково-аналітичного та прикладного комплексу оцінювання стану

адміністрування процесами функціонально-технологічного забезпечення надійності виконавців в циклі та середовищі девелоперських будівельних проєктів (ДБП) для підвищення надійності виконавців.

Мета роботи спирається на провідну гіпотезу дослідження: шляхом аналітичного вияву та адміністрування рівнем надійності організацій-виконавців будівельних проєктів девелопер може забезпечити надійність виконання відповідного ДБП.

Для досягнення мети дослідження було встановлено наступний перелік **завдань дослідження:**

1) систематизація базових дефініцій дослідження, насамперед, «організаційно-технічна надійність» та «функціонально-технологічна надійність» в контексті діяльності основних стейкхолдерів проєктів будівництва;

2) опрацювання концептуально-теоретичних засад забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців на передінвестиційно-підготовчій фазі життєвого циклу проєкту будівництва;

3) формування змісту та складу методичних компонент для потреб діагностико-інформаційної підсистеми забезпечення функціонально-технологічної надійності (ФТН) виконавців;

4) формування дієвої системи індикаторів забезпечення надійності виконавців на ґрунті сполучення засад «управління за відхиленнями», теорії відмов та BIM-технологій;

5) створення компонент інструментарію, який реалізуватиме процедури верифікації стану надійності виконавців ДБП та їх наступну інтеграцію до складу BIM-моделі адміністрування проєкту будівництва;

6) формування змісту модулів прикладного комплексу ідентифікації стану надійності організацій-виконавців та його наступне спрямування на ризик-ідентифікацію будівельного проєкту

7) цільова модернізація структур адміністрування будівельним проєктом як складова зростання ФТН стану проєкту в цілому.

Об'єктом дослідження є стан функціонально-технологічної надійності (ФТН) організацій-виконавців проєктів будівництва як об'єкт оцінки та коригування збоку девелопера.

Предметом дослідження визначено концептуально-теоретичні, методичні засади та аналітико-прикладні інструменти забезпечення стану ФТН щодо виконавців проєкту, який відповідає сумісним вимогам замовника та девелопера проєкту.

Методи дослідження. Достовірність та обґрунтованість вирішення поставлених в роботі завдань досягнуто за рахунок успішного сполучення в складі методичного базису роботи наступних універсальних та спеціальних методів і моделей прийняття рішень:

- процесні, організаційно-структурні та організаційно-технологічні моделі будівельного девелопменту;
- організаційно-технологічні, графо-аналітичні сіткові моделі та BIM-інструменти формалізованої деталізації ДБП за стадіями, комплексами та роботами;
- абстрактно-логічний аналіз, системний, процесний та ситуаційний підходи в адмініструванні підприємствами-учасниками ДБП;
- моделі застосування «нечітко-логічного висновку» та fuzzy-технології;
- методичні підходи та моделі SMART-управління та «управління за відхиленнями»;
- теорія організаційної зрілості, підходи адміністрування проєктом у форматі «проєктного офісу»;
- методичні підходи та моделі формування управлінського регламенту щодо участі окремої організації-виконавця в циклі та середовищі ДБП.

В якості інформаційного базису дослідження використано: праці вітчизняних та зарубіжних вчених з організації, будівельного девелопменту, ризик-менеджменту та теорії зацікавлених сторін; власні дослідження автора; ресурси Інтернет (зокрема, й статистичні підсумки щодо діяльності будівельних компаній та результатів адміністрування будівельними проєктами).

Наукова новизна роботи полягає в запровадженні суттєво оновленого методико-аналітичного підходу функціонально-технологічного забезпечення надійності організацій-виконавців будівельних проєктів в складі 3 модулів: «сукупна оцінка надійності організації-виконавця в девелоперському будівельному проєкті», «оцінювання надійності зовнішнього мікросередовища впровадження ДБП», «визначення інтегрованого рівня надійності ДБП». Зазначені модулі прив'язані до BIM-моделі циклу ДБП, на кожній поточній координаті проєктного циклу надано спроможність оцінити стан надійності як окремого виконавця, так і всього проєкту як тимчасової операційної системи, з врахуванням вияву впливу окремих факторів мікросередовища проєкту на хід проєктного циклу.

Наукову новизну роботи складають наступні результати, які виносяться на захист та вирізняють зміст науково-методичних інновацій в складі авторського доробку за темою дослідження.

В даній роботі **удосконалено:**

- організаційно-технологічні моделі візуалізації циклу будівельного проєкту– в даній роботі графоаналітичні моделі «роботи-дуги» з стандартизованого формату трансформовано до наближеного до BIM-технологій та формату формалізації ДБП-циклу, в якому провідною характеристикою поряд з тривалістю та кошторисною вартістю проєкту встановлено індекс функціонально-технологічності надійності середовища ДБП;

- концептуально-теоретичні підходи в організації будівництва щодо факторів впливу на організаційно-технологічні характеристики будівельного проєкту– обґрунтовано вдосконалену номенклатуру факторів нечітко-логічного та експертного оцінювання мікросередовища ДБП у житловому будівництві, які сполучені в 3 групами: «потенційні інституційні перешкоди та можливі небезпеки збоку безпосереднього оточення», «рівень якості девелопменту та оргструктури адміністрування проєкту щодо протистояння загрозам проєкту», «імідж та надійність виконавців через довіру девелопера».

- процедури аналітичного виміру надійності учасників проекту - на відміну від інших підходів, в даному дослідженні для формалізованого оцінювання певного субпідрядника ДБП до індикаторів нижнього рівня ієрархії в системі оцінювання ФТН поряд з технологічними показниками, які відображають виконавчу конкурентоспроможність субпідрядника, включено також ряд індикаторів виміру стабільності його економічного стану, спроможності до продуктивного використання ресурсів та індикатор формалізованого виміру іміджу організації в уявленні замовника та девелопера.

Набули подальшого розвитку:

- застосування нечіткої логіки та fuzzy-технологій для формування шкали оцінювання діяльності підприємств – на відміну від існуючих підходів в даній роботі враховано специфіку діяльності виконавців в циклі ДБП через пряму кореляцію інтегрованого показника надійності підприємства та надійності циклу в цілому на зміну (коригування) базисних величин тривалості, кошторисної вартості та маневреності використання ресурсів організації як субпідрядника ДБП;

- концептуально-теоретичні підходи щодо економіко-кваліметричних принципів та процедур виміру загального рівня ризику будівництва - на відміну від інших підходів, рівень ідентифікується за бально-лінгвістичним ідентифікатором- бальний вимір надає уявлення щодо віддалення рівня ризику даного проекту від уявного, зразково-надійного («еталонного») проекту. Лінгвістична компонента ідентифікатору вказує на попадання організації чи проекту в цілому в певний діапазон (сферу) надійності, що, в свою чергу, створює підстави для застосування до окремого виконавця певного набору організаційно-управлінських чи інших заходів: виробничий або виробничо-структурний реінжиніринг, виробнича диверсифікація (зміна в господарському портфелі підприємства-виконавця) тощо. Таке оцінювання по всім потенційним виконавцям проекту рекомендовано здійснювати девелоперу сумісно із замовником проекту на початку передінвестиційно-підготовчої фази ДБП. В разі одержання оцінок ФТН в цілому по проекту близько до директивних

значень (менше 5% від рівня «абсолютна надійність») склад виконавців ДБП вважається та мікросередовище ДБП вважається «безризиковим». Це дає підставу рекомендувати склад виконавців до остаточного схвалення;

- інтегрований вияв організаційно-технологічних чинників впливу як передумов функціональних відхилень ходу «інвестиційно-будівельного циклу» - провідними факторами відхилень ДБП визнано «інституційні похибки щодо задуму та майбутньої цінності продукту проєкту», «недостовірна ідентифікація надійності складу виконавців та його наступний вибір», «недостовірно врахування впливу чинників мікросередовища» на хід циклу ДБП;

- застосування концептуально-теоретичного базису технічного адаптогенезу – у застосуванні до особливостей виміру надійності діяльності організацій- виконавців в складі девелоперського середовища проєктів будівництва термін «технічний адаптогенез» застосовано як вимірювану здатність пристосування до змін у виробничо-технічному, операційно-аналітичному та комунікативному середовищі ДБП.

Практична цінність роботи полягає у створенні аналітико-прикладного комплексу програм та рекомендацій щодо його спрямування на попередження відхилень та деструкцій в організації циклу ДБП через забезпечення надійного функціонування організацій-виконавців в середовищі будівельного проєкту. На ґрунті інтеграції BIM-технологій, нечіткої логіки та суттєвої модернізації організаційно-технологічних моделей будівництва забезпечено чітку формалізацію та прозорість у проведенні кваліметричних замірів стану ФТН проєкту. Цінність науково-прикладного доробку здобувача, окремих висновків та результатів роботи підтверджено довідками про їх успішне впровадження як в практику впровадження проєктів будівельного девелопменту (довідки від компаній «Архітектурно-будівельні новації», «Інститут місцевого розвитку», ТОВ Будівельна компанія «Альфа Сервіс» так і в освітній процес Київського національного університету будівництва і архітектури при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та 073 "Менеджмент", зокрема «Організація будівельного

виробництва», «Контролінг», «Планування діяльності будівельного підприємства», "Організація будівництва", «Спецкурс випускаючої кафедри».

Особистим внеском дисертанта є: спрямування власних досліджень до цілісної, завершеної, теоретично та практично вагомої наукової роботи. Результати та висновки, які містяться у тексті дисертації, були отримані безпосередньо здобувачем і відображені у його власних або спільних наукових публікаціях. У разі співавторства здобувача, його особистий внесок у відповідні роботи відображено в списку опублікованих праць.

Особисто здобувачу належать наступні наукові результати:

- розширення концептуально-теоретичних засад щодо організаційно-технічної надійності основних стейкхолдерів будівництва—доведено доцільність в практиці організації будівництва для девелоперських проєктів замість тлумачення «організаційно-технічна надійність» вживати категорію «функціонально-технологічна надійність виконавця» та «функціонально-технологічне забезпечення надійності проєкту». Ці дефініції розглядаються в роботі як спорідненні, але перша має бути застосованою до окремих організацій-виконавців, остання – до всього складу виконавців. Вживання словосполучення «функціонально-технологічна надійність» відображає спрямування діагностично-оцінюваного підходу та інструментарію оцінювання спроможності певної організації виконувати відведену йому роботу в циклі девелоперського проєкту, так і на можливість широкого охоплення переваг чи недоліків діяльності організації-виконавця як учасника проєкту для замовника і девелопера, як суб'єкта господарювання, як структури адміністрування та як носія певного іміджу. Стан надійності по окремому виконавцеві відображає: а) доцільність його залучення замовником в певний ДБП; б) передумови того, що на даному етап життєвого циклу для даного підприємства створено належну базу для стабільного і тривалого розвитку і зростання, або ж слід вживати заходи різного змісту і призначення для усунення ідентифікованих негативних тенденцій щодо стану підприємства. У застосуванні до ДБП ця категорія трансформується до словосполучення «функціонально-технологічне

забезпечення»: при оцінюванні проєкту за станом надійності виконавців враховується базова технологія виконання робіт в проєкті, технологічний ланцюг, порядок, виконавча дисципліна, ритмічність та підсумки участі організацій-виконавців в створенні ДБП як функціонально і технологічно-конкурентоспроможного продукту, як цільової інвестиційної вартості;

- засади BIM-моделінгу застосовано до вирішення різних неформалізованих багатокритеріальних завдань раціоналізації ДБП щодо складу виконавців в умовах невизначеності - у роботі це досягнуто шляхом побудови ієрархічної моделі формування набору альтернатив, їх вибору, що ґрунтуються на системі релевантних критеріїв, які, в свою чергу, встановлюються у відповідність з набором визначених цілей;

- обґрунтовано методичний та аналітико-прикладний апарат проведення верифікації надійності організацій виконавців, що дає змогу сформуванню мережеву модель будівництва із скоригованими вартісними та організаційно-технологічними параметрами, де провідним індикатором є інтегрований рівень надійності ДБП». Це дозволило вдосконалити формат та аналітичну базу формалізованої деталізації ресурсно-календарних моделей ДБП, у відповідності з сучасними потребами адаптації змісту моделей візуалізації життєвого циклу ДБП до реалій підготовки та впровадження проєктів;

- запроваджено інноваційний за змістом перелік факторів комплексного нечітко-логічного та експертного оцінювання мікросередовища ДБП у житловому будівництві – забезпечено структурування факторів за трьома групами: 1 - Оцінка потенційних інституційних перешкод та можливих небезпек збоку безпосереднього оточення, 2 - Оцінювання рівня якості девелопменту та оргструктури адміністрування проєкту щодо протистояння загрозам проєкту, 3 - Оцінка іміджу та надійності виконавців через довіру девелопера;

- надано сутнісне удосконалення поняття «управлінський моніторинг проєкту» - у застосуванні до девелоперського проєкту будівництва така

модернізація передбачає, що управлінський регламент моніторингу надійності ДБП подано як такий, що інтегрує забезпечення ФТН для ДБП за наступними формалізованими процедурами: розробку робочих завдань та креслень за будівельним проєктом; визначення технічних та технологічних критеріїв; створення структури декомпозиції робіт; складання детального календарного плану виконання проєкту; визначення матриці відповідальності; шляхи та засоби модернізації організаційної структури підприємств-учасників та структури адміністрування будівельним проєктом в цілому; оцінка результатів виконання інформаційної функції; розробка зведеної мережевої моделі виконання проєкту, включно з бюджетом, оцінкою реалізованості та деталізацією логістичних потреб;

- обґрунтовано вдосконалений та адаптований до умов ДБП апарат трансформації нечітко-логічних описів в детерміновані (кількісні) оцінки станів надійності – цей апарат сформовано через сполучення алгоритмів нечіткої-логіки та експертно-евристичного оцінювання (fuzzylogic), за якою отримавши відповідну бальну оцінку певного фактору мікросередовища ДБП можна інтерпретувати нечітко-логічну оцінку стану ДБП за окремим фактором моделі, отримавши оцінку від «абсолютної рівноваги» до «повної втрати рівноваги», що в свою чергу дає сигнал девелоперу про можливість довіри до обраних організацій-виконавців за якими проводилося оцінювання;

- сполучення концептуально-методичних засад «теорії відмов», fuzzy-logic. - аналогом "відмови" успішного функціонування організаційно-технологічної та адміністративної системи проєкту в даній роботі вважатиметься порушення директивного рівня функціонально-технологічної надійності всіх виконавців в проєкті, за умови що цей показник враховує частку кошторисної (інвестиційної) вартості проєкту, яку впроваджує певне підприємство в якості субпідрядника проєкту. Тому в оновленому методичному базисі функціонально-технологічного забезпечення надійності виконавців ДБП - та їх наступне застосування для формування класифікатора надійності субпідрядника ДБП, з виокремленням станів порушення надійності: «окрема

відмова», «регулярна відмова», «докритична відмова», «критична відмова», «аварія», також чинників порушень надійності – техногенні, організаційно-структурні, інституційні, форс-мажорні, кліматичні. Такий підхід структурує для всіх учасників інвестиційного процесу зацікавлені у розумінні потенційного впливу кожного з наведених факторів, щоб можна було своєчасно реагувати на їх вплив, а в ідеалі – передбачити можливі негативні наслідки впливу цих факторів на будівництво ще на етапі розробки організаційно-технологічних рішень і вчасно їх усунути.

Застосування засад нечіткої логіки та fuzzy-технологій в даній роботі дозволило успішно інтерпретувати результати формалізованого бального обчислення результатів ФТН за переліком чинників різної природи (дії) до зрозумілого девелоперу і замовнику чіткого опису стосовно того, наскільки інтегрований стан надійності виконавця є підставою вважати раціональним вибір даного підприємства як субпідрядника проєкту? Наскільки весь склад виконавців є задовільним для провідних суб'єктів інвестиційно-будівельного процесу.

- розроблено інноваційний за формалізованою структурою в організації будівництва інструментарій візуально-аналітичного моніторингу надійності виконавців циклу ДБП - через залучення fuzz-алгоритмів та BIM-технологій - у графо-аналітичному форматі опрацювання циклу девелоперського будівельного проєкту (ДБП) здійснюється коригування та оптимізація важливих організаційно-технологічних та адміністративних параметрів будівельного проєкту - від моменту укладення девелоперської угоди до пуску в експлуатацію об'єктів проєкту;

- комплекс прикладних програм, основними модулями якого виступають аналітичні карти чутливості взаємного впливу між функціями «стан надійності виконавця» та «результативність для будівельного підприємства»; «інтегрований стан надійності всіх виконавців» та «організаційно-технологічний результат проєкту», «вартісний результат проєкту» (стадії проєкту). Важливою прикладною компонентою в складі комплексу програм є

«дорожня карта реалізації ДБП з деталізацією інтегрованого стану надійності виконавців за роботами, стадіями та фазами ДБП».

-прикладні рекомендації щодо вдосконалення структур адміністрування проєктом будівництва, які спираються: на розроблений в роботі методико-аналітичний апарат оцінювання інтегрованого стану ФТН щодо всіх виконавців проєкту; теорію організаційної зрілості та її прикладне втілення (Project Management Maturity Model); засади командної роботи та адміністрування ДБП у форматі «проєктного офісу».

Публікації. Зміст та інновації роботи дістали висвітлення в 26 друкованих працях здобувача, з яких 13 - статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б» (з них 3 одноосібні); 3 – праці в наукових періодичних виданнях країн ОЕСР. В загальному списку публікацій 10 праць являють собою тези доповідей та інші матеріали апробаційного характеру. Внесок здобувача у працях, опублікованих у співавторстві, наведено в списку праць.

Апробацію результатів роботи було здійснене на 10 науково-практичних конференціях, де й отримано позитивне схвалення від запропонованих теоретичних та прикладних інновацій.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація за побудовою відповідає вимогам дисертацій освітнього ступеня PhD за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», структура роботи відповідає змісту і порядку вирішення поставлених завдань дослідження. Дисертація містить: титульний аркуш; анотацію українською та англійською мовами; список праць здобувача за темою роботи; вступ; три розділи основної частини з висновками до кожного з розділів; загальні висновки; список використаних джерел та додатків. Загальний обсяг основного тексту роботи складає 218 сторінок друкованого тексту. В тексті дисертації розміщено 38 таблиць та 77 рисунки.

Розділ 1. Аналіз концептуально-теоретичних засад щодо сутності дефініції організаційно-технологічної надійності виконавців у застосуванні до сучасних уявлень впровадження проєктів будівництва

1.1. Систематизація базових дефініцій дослідження: розширене тлумачення ОТН-ті щодо основних стейкхолдерів проєктів будівництва

Неможливо заперечити, що з часом будівельні процеси та організаційно-технологічні рішення стають все більш складними, що зумовлено рядом факторів, які неодмінно впливають на цей процес і будуть продовжувати це робити у майбутньому. У зв'язку з цим змінюються або розширюються вимоги до проєктування організаційно-технологічних рішень та моделювання будівельних процесів. Ключові фактори, які має враховувати прийняття організаційно-технологічних рішень, включають високий рівень динаміки процесів, складність організації та виконання технологічних процесів, різноманітність організації та послідовності виконання технологічних процесів, вплив різноманітних імовірнісних факторів, які призводять до ризиків, і ймовірнісний характер будівельного виробництва.

Оскільки будівництво об'єкта є динамічною системою, постійно змінюється, виникають труднощі у організації ефективної діяльності як у самій системі, так і у поліпшенні взаємодій в її межах. З огляду на пріоритетність взаємодії між підсистемами будівництва об'єкта, такими як технологічна та організаційна, необхідно переглянути та розвинути методи розробки організаційно-технологічного забезпечення як всередині будівельного підприємства, так і у процесі взаємодії організацій-виконавців будівельних проєктів. Систематизація думок фахівців з організації будівництва та будівельного девелопменту дає підстави виділити функціонально-технологічну надійність виконавців серед інших аспектів надійності (фізичний, діагностичний, кваліметричний, системно-управлінський та ін.).

Враховання цих вимог допомагає забезпечити ефективну роботу будівельних об'єктів під час воєнних умов та забезпечити безпеку для людей та

майна. Підприємства-виконавці будівництва повинні відповідати наступним вимогам щодо функціонально-технологічної та виконавчої надійності:

- підприємство (організація) як потенційний учасник повинно мати достатній досвід і кваліфікацію у виконанні будівельних проєктів, зокрема у врахуванні специфіки робіт під час воєнного часу;

- організація-виконавець має використовувати лише високоякісні будівельні матеріали, які забезпечують довговічність та надійність конструкцій;

- обов'язкове успішне дотримання всіх вимог і стандартів, що регулюють будівельну діяльність, зокрема стосовно безпеки та якості будівництва;

- підприємство-виконавець має здійснювати перманентний моніторинг та систематичний контроль якості виконання робіт, відповідно до технологічних стандартів та регламентів з метою уникнення дефектів та забезпечення надійності споруд;

- підприємство повинно мати забезпечувати готовність до дій в умовах форс-мажорних обставин, з врахуванням плану-графіків екстрених заходів та реагування на непередбачені обставини, які можуть виникнути під час будівництва в умовах воєнного конфлікту;

- підприємство повинно мати успішну та маневрену організаційну структуру управління, спроможну забезпечити налаштування даного будівельного підприємства до виконання відведеного підприємству комплексу та фронту робіт, успішну взаємодію підприємства з іншими учасниками девелоперського середовища проєктів будівництва.

Поняття "проєкт" широко використовується в різних сферах діяльності, включаючи науку, техніку, бізнес та управління. Поняття "проєкт" пройшло довгий шлях еволюції від латинського слова "projectus, що означає "кинути вперед", "висунути вперед" до сучасного наукового терміну, набуваючи нових значень та інтерпретацій. В англійській мові слово "project" з'явилося в XV столітті, спочатку позначаючи "архітектурний план" або "креслення". Згодом його значення розширилося, включаючи "задум", "план дій", "завдання". У XX столітті термін "project" набув сучасного значення, що описує цілеспрямовану

діяльність з чітко визначеними цілями, обмеженими ресурсами та термінами виконання. Існує безліч визначень проєкту, але всі вони ґрунтуються на спільних ключових характеристиках:

Обмеженість у часі (чітко визначений початок та завершення, що відрізняє його від поточних процесів, які не мають чіткої кінцевої мети).

Цілеспрямованість (має чітко визначену мету, досягнення якої є основним завданням проєкту).

Зміни (зміна параметрів й/або структури будь-якої системи, що можуть бути кількісними (наприклад, збільшення продуктивності) або якісними (наприклад, вдосконалення технології)).

Вимоги до якості (технічні характеристики, показники ефективності, екологічні стандарти тощо).

Обмеженість ресурсів (таких як час, кошти, матеріали та людські ресурси).

Унікальність: кожний проєкт має унікальний характер, що відрізняє його від поточних процесів.

Невизначеність: проєкт завжди пов'язаний з певною мірою невизначеності, яка може впливати на його хід та результати.

Специфічна організація (від процесу розроблення та виконання, включи створення команди проєкту, розподіл завдань, планування та контроль виконання робіт).

ДСТУ 3582-2012 "Системи управління проєктами. Терміни та визначення" визначає **проєкт як "тимчасове підприємство, спрямоване на досягнення чітко визначеної мети за допомогою узгоджених ресурсів і протягом визначеного періоду часу"**.

ДБН В.1.2-14:2018 "Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів" визначає проєкт як "сукупність документів, що визначають обсяг, зміст, склад робіт, етапи їх виконання, терміни, вартість будівництва, а також інші необхідні для здійснення будівництва відомості".

PMBOK Guide, Sixth Edition - стандарт, розроблений Project Management Institute (PMI), визначає проєкт як "тимчасове підприємство, спрямоване на створення унікального продукту, послуги або результату".

Оновлений стандарт PMI «A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Seventh Edition» також визначає проєкт як "тимчасове підприємство, спрямоване на створення унікального продукту, послуги або результату".

Концепція проєкту в будівництві як "тимчасової організації" має кілька наслідків для практики управління проєктами:

1. планування проєкту: тимчасовий характер будівельних проєктів потребує ретельного планування для забезпечення ефективного розподілу ресурсів та своєчасного завершення.

2. організація проєкту: структура проєктної організації повинна бути побудована таким чином, щоб ефективно координувати діяльність різних зацікавлених сторін та управляти ресурсами проєкту.

3. комунікація в проєкті: чіткі та ефективні канали зв'язку в рамках тимчасової організації є вкрай важливими для підтримки узгодженості та своєчасного вирішення будь-яких проблем.

4. контроль проєкту: системи контролю проєкту повинні бути впроваджені для моніторингу ходу проєкту, виявлення відхилень від плану та вжиття коригувальних заходів у разі потреби.

5. закриття проєкту: після завершення проєкту тимчасова організація повинна бути ліквідована в належному порядку, забезпечуючи належну документацію та передачу результатів проєкту.

Поняття "організаційно-технологічна надійність" з'явилося порівняно недавно, у ХХ столітті, з розвитком теорій управління та системного аналізу. Тоді ж були закладені основи організаційно-технологічної надійності (ОТН). Термін «*надійність*» походить від латинського "fides", що означає "віра" або "довіра". В даному контексті воно стосується здатності організації виконувати

свої зобов'язання та завдання в очікуваний час, з очікуваною якістю та в рамках очікуваного бюджету.

Зростання складності та динамічності сучасних організацій викликало потребу в нових підходах до оцінки їх стійкості та ефективності. Врахування як організаційних, так і технологічних аспектів дає можливість отримати більш комплексну картину функціонування організації та виявити потенційні проблеми, пов'язані з несинхронністю або дисбалансом між ними. Тоді ж були закладені основи організаційно-технологічної надійності (ОТН).

Проведений аналіз етимології та еволюції поняття організаційно-технологічної надійності свідчить, що термін "організаційно-технологічна надійність" є складним поняттям, що поєднує в собі два аспекти: організаційний та технологічний.

Організаційний аспект ґрунтується на етимології слова "організація", яке походить від давньогрецького "organon", що значить "орган" або "інструмент". В даному контексті воно охоплює структуру, процеси та ресурси організації, які безпосередньо впливають на її здатність досягати поставлених цілей та виконувати завдання.

Технологічний аспект впливає з етимології слова "технологія", яке походить від давньогрецького "techne", що значить "мистецтво" або "майстерність". В цьому контексті воно стосується сукупності знань, навичок, обладнання та інших технологічних ресурсів, які використовуються організацією для виконання своїх функцій.

Таким чином, *організаційно-технологічна надійність* може бути визначена як здатність організації стійко та ефективно функціонувати, спираючись на гармонійну інтеграцію її організаційних та технологічних аспектів. Цей термін підкреслює нерозривний зв'язок між ними, адже успішна робота організації залежить не лише від чіткої структури та наявності, але й від вмілого їх використання за допомогою сучасних технологій та знань. І якщо на початкових етапах акцент робився виключно на технологічній складовій, тобто на здатності обладнання та систем функціонувати без збоїв, то згодом стало

зрозуміло, що організаційні фактори, такі як культура, структура та процеси, також відіграють значну роль у забезпеченні надійності. Сьогодні ОТН розглядається як комплексна концепція, яка охоплює три ключові аспекти:

- технічна надійність: здатність обладнання та систем функціонувати без збоїв протягом передбачуваного терміну експлуатації.
- організаційна надійність: здатність організації ефективно планувати, організовувати, контролювати та виконувати поставлені завдання.
- людська надійність: здатність людей безпомилково та без збоїв виконувати свою роботу.

Водночас основний пункт зобов'язань проєктів будівництва – це своєчасне їх виконання за умов забезпечення потрібного рівня ефективності вкладених інвестиційних коштів, передбачених цим проєктом. Чим триваліший процес виконання робіт за контрактом, тим вища ймовірність порушення цих умов. Ці особливості повною мірою притаманні будівельним організаціям, в яких процес будівництва об'єктів досить часто триває понад рік. Дані середини 70-х років минулого сторіччя відмічали таку негативну тенденцію, що фактична вартість та тривалість будівництва суттєво (у 1,5-2 рази) перевищує відповідні показники, які були визначені на стадії планування [1].

Аналіз виконання будівельних проєктів за останні десятиліття показав, що ситуація суттєво не змінилася. Так, зокрема, Чернишев Д.О. аналізує актуальні дані щодо будівництва ряду об'єктів, які демонструють, що зі збільшенням площі об'єкта та тривалості будівництва зростає фактичне відхилення реальних строків завершення робіт від запланованих, іноді досягаючи 50-100% [2]. Порівняння цих даних свідчить, що проблема забезпечення надійної роботи організацій-виконавців будівельних проєктів на стадії реалізації конкретного проєкту носить актуальний характер.

Пашинський В.А. надає визначення: «Надійність будівельного об'єкта визначається його відповідністю призначенню та здатністю впродовж встановленого терміну експлуатації зберігати необхідні експлуатаційні

характеристики. Останні зокрема ґрунтуються на комплексі вимог, що охоплюють:

- безпечність об'єкта будівництва для життя та здоров'я людей, цілісності майна та довкілля;
- збереження його цілісності, функціональності відповідно призначення впродовж усього періоду експлуатації;
- адаптивність, універсальність та варіативність проєктних рішень, що дозволяють в подальшому модернізувати, реконструювати будівельний об'єкт у відповідності до мінливих технічних, економічних чи соціальних умов;
- ергономічність, комфорт та зручність в експлуатації;
- ремонтпридатність та зручність в обслуговуванні;
- життєздатність об'єкта, надійність систем та мереж життєзабезпечення, надійність роботи захисних пристроїв та елементів конструкцій, тощо» [3, с. 35].

Наукові праці Арутюнян І.А присвячені питанням «підвищення ефективності використання оптимального підходу до планування та керування організаційно-технічним розвитком на виробництві в сучасних умовах господарювання. Запропонована в роботі [4] методика управління обсягами організаційно-технічними заходами та вдосконаленої системи планування, організації та керування ОТЗ на основі сітьової структури моделювання при умовах зниження собівартості та працевтрат, що дозволяє аналізувати рішення у взаємозв'язку показників на основі інформації різного ступеня визначеності та проводити обґрунтований вибір раціонального варіанта з урахуванням надійності його реалізації. Розроблена концепція розв'язання задачі реалізації ОТЗ проєкту при мінімальних додаткових витратах за допомогою методу “Алгоритм виключення дефекту”. Для рішення завдання впровадження оптимальних обсягів ОТЗ застосований аналогічний симплекс-методу універсальний алгоритм рішення завдань на графах і мережах “Алгоритм виключення дефекту”, що розширює можливості постановки, рішення,

фізичного тлумачення, інтерпретації багатьох завдань керування проєктами».
[⁴, с. 22]:

Сучасні будівельні процеси та організаційно-технологічні рішення постійно ускладнюються. Це зумовлено низкою факторів, які неминуче впливають на планування, виконання та подальший розвиток будівельної сфери. З огляду на цю тенденцію, вимоги до проєктування організаційно-технологічних рішень та моделювання будівельних процесів також зазнають змін та розширюються.

Будівельна сфера характеризується динамічністю, що проявляється в постійних змінах зовнішніх умов, технологічних норм, матеріалів та методів роботи. Це потребує гнучкого підходу до проєктування організаційно-технологічних рішень, які повинні бути адаптивними до мінливих умов, оскільки сучасні будівельні проєкти, безумовно, включають складні технологічні процеси, які потребують ретельного планування, координації та контролю. Це зумовлює необхідність використання складних моделей та алгоритмів для оптимізації та управління будівельними процесами. Вибір оптимального варіанту залежить від конкретних умов проєкту, ресурсів та цілей [⁵, с. 236]:

Будівельні конструкції є фундаментом будь-якої будівлі чи споруди, і саме від їх надійності залежить безпека людей та майна. Тому до них висуваються жорсткі вимоги, які ґрунтуються на трьох ключових принципах: стійкість до впливів під час зведення та експлуатації, працездатність протягом терміну експлуатації живучість при локальних руйнуваннях та аварійних впливах.

Протягом усього періоду зведення та протягом встановленого терміну експлуатації, будівельні конструкції повинні без руйнувань та недопустимих деформацій витримувати всі навантаження та впливи, що виникають. До таких належать:

- вагові навантаження: власна вага конструкції, вага обладнання, людей, снігу та інших корисних навантажень.

- динамічні навантаження: вітрові, сейсмічні, ударні та інші динамічні впливи, що виникають під час експлуатації.
- температурні впливи: зміни температур, що призводять до деформацій та напружень у конструкціях.
- впливи корозії: руйнівна дія корозії на металеві конструкції.
- впливи агресивних середовищ: руйнівна дія хімічних речовин, газів, ґрунтових вод та інших агресивних середовищ на будівельні матеріали.

В умовах нормальної експлуатації, будівельні конструкції повинні зберігати свою працездатність протягом усього встановленого терміну експлуатації. Це означає, що вони повинні:

- виконувати свої функції: нести навантаження, забезпечувати стійкість, теплоізоляцію, звукоізоляцію та інші необхідні характеристики.
- зберігати свої геометричні параметри: не деформуватися надмірно, не тріскатися, не розшаровуватися.
- зберігати фізико-механічні властивості: не втрачати міцність, жорсткість, стійкість до корозії та інші властивості.

Будівельні конструкції повинні мати достатню живучість, тобто здатність зберігати стійкість та працездатність у випадку локальних руйнувань або передбачених нормами аварійних впливів, а саме:

- пожежі: будівельні конструкції повинні мати певну межу вогнестійкості, щоб витримувати вплив вогню протягом певного часу.
- вибухи: конструкції повинні бути здатні витримувати вибухову хвилю та осколки.
- наїзди транспортних засобів: конструкції повинні бути здатні витримувати удар транспортного засобу.

Виконання вищезазначених вимог досягається шляхом ретельного проектування, врахування всіх можливих навантажень та впливів, розрахунок міцності та стійкості конструкцій; вибору якісних матеріалів, використання сертифікованих матеріалів, що відповідають будівельним нормам та

стандартам; кваліфікованого виконання будівельних робіт; дотримання технології будівництва, використання сучасного обладнання та інструментів.

Норми [6] розповсюджуються на будівельні об'єкти на різних етапах їх життєвого циклу. Норми встановлюють порядок та умови виконання науково-технічного супроводу будівельних об'єктів незалежно від форм їх власності, відомчої належності та призначення. Метою науково-технічного супроводу (далі – супроводу) є вирішення проблем, які не обумовлені нормативними документами та можуть виникнути на різних етапах життєвого циклу будівельного об'єкта (далі – об'єкта). Головним завданням супроводу є забезпечення вирішення містобудівних, архітектурних, конструктивно-технічних та будівельно-технологічних проблем з мінімальним ризиком помилок в умовах, що не регламентовані чинними нормами і стандартами, та за відсутності достатнього досвіду або прямих аналогів у вітчизняній та світовій практиці.[6].

Згідно державного стандарту *«надійність — властивість технічних об'єктів зберігати протягом встановленого часу значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування»* [7].

ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд» затверджені наказом Мінрегіону від 02.08.2018 р. № 198 надійність об'єкта визначена як «властивість об'єкта виконувати задані функції протягом розрахункового строку експлуатації» (п.3.40.). Відповідно до «п.4.1.1 Встановлена надійність має бути забезпечена на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, а саме: - вишукування і проєктування; - виготовлення, транспортування та зберігання будівельних виробів; - освоєння будівельного майданчика та зведення об'єкта, приймання об'єкта в експлуатацію; - використання об'єкта за призначенням протягом розрахункового строку експлуатації, оцінка технічного стану, поточний та

капітальний ремонт; - реконструкція й подальше використання у нових умовах;
- ліквідація об'єкта.

4.1.2 У залежності від етапу життєвого циклу вказівки стосовно надійності об'єкта використовуються для: - визначення умов проєктного вибору, тобто параметрів майбутнього об'єкта з урахуванням встановлених чи прогнозованих умов його застосування; - рішення щодо застосування проєкту, матеріалів, виробів, результатів робіт і самого об'єкта; - встановлення вимог до зміни окремих характеристик об'єкта (його складових частин) або режиму його використання.

4.1.3 Основною вимогою, яка визначає надійність об'єкта, є його відповідність призначенню й здатність зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом розрахункового строку експлуатації. До них належать: - безпека для здоров'я і життя людей, майна та довкілля; - збереження цілісності об'єкта та його основних частин і виконання інших вимог, які забезпечують можливість використання об'єкта за призначенням і нормального функціонування технологічного процесу, включаючи вимоги до жорсткості будівельних конструкцій і основ, тепло- і звукоізоляційних властивостей огорожень, їх герметичності, акустичних характеристик; - створення необхідного рівня зручностей і комфорту для користувачів та експлуатаційного персоналу, включаючи вимоги до кліматичного режиму в приміщеннях (повітрообмін, температура, вологість, рівень освітленості), а також доступність для оглядів і ремонтів, можливість заміни і модернізації окремих елементів; - обмеження ступеня ризику виникнення збитків шляхом виконання вимог до вогнестійкості, безвідмовності роботи захисних пристроїв, надійності систем і мереж життєзабезпечення, живучості будівельних конструкцій; - забезпечення основних вимог до будівель і споруд щодо: - механічного опору та стійкості (ДБН В.1.2-6); - пожежної безпеки (ДБН В.1.2-7); - обмеження загрози здоров'ю або безпеці людей та шкідливого впливу на навколишнє природне середовище (ДБН В.1.2-8); - безпеки і доступності у використанні (ДБН В.1.2-9); - захисту від шкідливого впливу шуму та вібрації (ДБН В.1.2-

10); - енергетичної ефективності та збереження тепла (ДБН В.1.2-11). Цей перелік не є вичерпним і може бути уточненим і розширеним (наприклад, введенням додаткової умови до межі радіаційного фону від застосованих будівельних матеріалів і виробів). 4.1.4 Чисельно надійність характеризується показниками ймовірності безвідмовної роботи, напрацюванням (часом експлуатації) до відмови, середнім строком служби. Відмовою вважається реалізація такого стану об'єкта, його частини або елемента, який призводить до появи значних матеріальних збитків чи соціальних втрат. При цьому розрізняються відмови-зриви, поява яких одразу ж викликає виникнення збитків (втрат), і відмови-перешкоди, після появи яких починається поступове накопичення збитків» [22].

В роботі Трача Р.В.: «Надійністю називають властивість будівельного об'єкта виконувати задані функції протягом заданого проміжку часу. Надійність – комплексна властивість об'єкта, яка включає компоненти:

- ✓ безвідмовність – здатність об'єкта безперервно зберігати працездатний стан протягом деякого часу експлуатації або наробітку (обсяг виконаної об'єктом роботи);
- ✓ довговічність – властивість об'єкта зберігати працездатний стан до настання граничного стану в умовах установленної системи технічного обслуговування та ремонту;
- ✓ безпечність – властивість об'єкта при експлуатації, а також у випадку порушення працездатності не створювати загрози для життя і здоров'я людей, а також загрози для довкілля;
- ✓ живучість – властивість об'єкта зберігати обмежену працездатність під впливами, що не передбачені умовами експлуатації, за наявності деяких дефектів і пошкоджень, а також за відмови деяких компонентів об'єкта.
- ✓ ремонтпридатність – пристосованість до підтримання і відновлення працездатного стану за допомогою технічного обслуговування і ремонту;

✓ збережуваність – здатність зберігати у встановлених межах значення параметрів, що характеризують здатність об’єкта виконувати необхідні функції під час та після зберігання й транспортування»[8].

Системний підхід до визначення надійності дозволяє отримати комплексне уявлення про фактори, що впливають на працездатність об’єкта, та розробити ефективні заходи з підвищення його надійності протягом всього життєвого циклу.



Рис.1.1. Ключові елементи системного підходу до визначення надійності
Джерело: доповнено автором за [9]

- фізичний аспект полягає у створенні, удосконаленні, пошуку та використанні нових матеріалів, впровадженні нових фізичних принципів функціонування технічних виробів, дослідженні механізмів виникнення відмов у процесі їх експлуатації, а також оптимізацію режимів роботи виробів та та ін.;
- схемний — принципи, методи організації й використання структурного резервування функціональних систем (що включає види, режим та кратність резервування);
- інформаційний — принципи й методи збору, збереження, обробки та аналізу інформації для управління надійністю ТВ і прийняття оптимальних рішень під час експлуатації; впровадження автоматизованих інформаційних систем та їхнє математичне забезпечення;
- технологічний — вибір і вдосконалення технологічних процесів,

послідовність і якість виконання операцій, ефективність технічних засобів і методів контролю;

- діагностичний — визначення технічного стану об'єктів експлуатації; сукупність принципів, методів і засобів виявлення та пошуку відмов і пошкоджень під час експлуатації ТВ, оптимізація режимів перевірок стану справності та якості функціонування технічних систем;

- економічний — скорочення експлуатаційних витрат і підвищення комплексних показників надійності;

- ергатичний — врахування участі у функціонуванні технічних систем людини-оператора та людського чинника;

- системно-управлінський — створення та функціонування систем управління ефективністю використання технічних об'єктів на етапах проектування, виробництва й експлуатації.

В основі теорії надійності і її критеріїв лежить таке поняття як відмова — подія, в результаті якої відбувається повне або часткове порушення працездатності [10].

Під надійністю технічного об'єкта у широкому розумінні слова мається на увазі здатність технічного пристрою або системи до безвідмовної роботи протягом заданого часу, обумовленого часом виконання поставленого завдання. У справному стані об'єкт повинен відповідати всім вимогам, встановленим для нього нормативно-технічною і конструкторською документацією. Невідповідність хоч би одній з вимог переводить об'єкт в категорію несправних.

В теорії надійності вводяться параметри надійності об'єктів, обґрунтовуються вимоги до надійності з врахуванням економічних та інших факторів, розробляються рекомендації із забезпечення заданих вимог до надійності на етапах проектування, виробництва зберігання та експлуатації [11].

Класифікація відмов та причин їх виникнення загальновідома. Більшість авторів, що досліджували проблеми організаційно-технологічної надійності в будівництві, виділяють такі причини [12]:

- технічні - вихід із ладу машин і механізмів, інженерних мереж, комунікацій, низька якість матеріалів, проєктні зміни в процесі будівництва;

- технологічні - порушення технологічних регламентів виконання робіт, усунення браку, поява непередбачених робіт, зміна числового і кваліфікованого складу виконавців, порушення правил техніки безпеки;

- організаційні - зміщення термінів подання фронту робіт, несвоєчасне забезпечення документацією, зрив термінів робіт субпідрядними організаціями, зміна послідовності виконання робіт, перерви в ресурсо-забезпеченні, відсутність робітників необхідної кваліфікації;

- управлінські - порушення виробничого зв'язку та інформації, несвоєчасне прийняття рішень, помилки оперативного планування, некомпетентність керівництва;

- соціальні – невихід або запізнення виконавців на роботу, невиконання виробничих завдань, низька кваліфікація виконавців, відсутність або низька зацікавленість ІТР;

- кліматичні – снігопад, ожеледиця, сильний вітер, злива, морози, стихійні лиха.

Але усіх учасників інвестиційного процесу цікавить потужність впливу кожного з наведених факторів для своєчасного реагування на дію кожного фактору, а в ідеалі – заздалегідь (на етапі розроблення організаційно-технологічних рішень) передбачити можливі негативні наслідки від впливу (появи) цих факторів на будівництво та своєчасно їх усунути.

Проте це вимагає постійно відволікати певну кількість ресурсів. Тому завдання полягає як у забезпеченні будівельників цими ресурсами (в багатьох випадках їх обсяг регламентується певними нормами), так і в зменшенні їх негативного впливу з урахуванням ймовірнісного характеру виникнення певних відмов. [13]

Відмови можна класифікувати за різними ознаками, ключові характеристики яких наведено у Табл.1.1.

Класифікація відмов проєктів за різними ознаками

№	Ознака	Види відмови
I.	Ступінь, характер і наслідки впливу на працездатність об'єкта (в залежності від конкретного вибору об'єкта)	<ul style="list-style-type: none"> • пошкодження (дефект) – знижує функціональні характеристики об'єкта; • часткова відмова – погіршення функціонування об'єкта чи вихід з ладу його частини; • параметрична відмова – часткова відмова, виражена в погіршенні певних функціональних параметрів об'єкта; • повна відмова (катастрофічна відмова) – припинення функціонування усього об'єкта; • аварія – пошкодження, вихід із ладу, руйнування, що сталося з техногенних (конструктивних, виробничих, технологічних, експлуатаційних) або природних причин; • катастрофа – великомасштабна аварія, яка спричинила численні людські жертви, значні матеріальні збитки або інші тяжкі наслідки.
II.	Характер прояву відмови та її наслідків	<ul style="list-style-type: none"> – відмова-зрив (раптова відмова) – одразу ж викликає збитки (втрати); – відмова-перешкода (поступова відмова) – після виникнення відмови починається поступове накопичення збитків (втрат); – деградаційна відмова – поступова відмова, обумовлена природними процесами старіння, зносу, корозії та втоми, при умові дотримання правил і норм проєктування, виготовлення й експлуатації.
III.	Зовнішні прояви та можливість діагностування	<ul style="list-style-type: none"> – явна відмова виявляється візуально або штатними засобами контролю та діагностування. – прихована відмова виявляється під час технічного обслуговування або спеціальними засобами діагностики
IV.	Наявність зв'язку між відмовами	<ul style="list-style-type: none"> – незалежна відмова – не зумовлена іншими відмовами. – залежна відмова виникає внаслідок інших відмов.
V.	Причини виникнення	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> конструктивна відмова є наслідком недоліків або порушень норм проєктування і конструювання; <input type="checkbox"/> виробнича відмова виникає внаслідок недоліків або порушень установленого процесу виготовлення або ремонту; <input type="checkbox"/> експлуатаційна відмова виникає внаслідок порушення встановлених правил і умов експлуатації.
VI.	Виявлення та прогнозування відмов та пошкоджень на	здатність будівельного об'єкта зберігати свої експлуатаційні характеристики протягом

	ранніх стадіях	встановленого терміну експлуатації за умови його належного використання та обслуговування
VII.	показниками ймовірності безвідмовної роботи	напрацюванням (часом експлуатації) до відмови, середнім строком служби
VIII.	технологічні відмови	часткове або повне припинення будівельного процесу чи відразу групи будівельних процесів за технічною ознакою, яке приводить до відхилення фактичних параметрів від проєктних

Джерело: доповнено автором [14, с.10]

Специфіка будівельного процесу характеризується значною кількістю факторів, які негативно впливають на техніко-економічні показники будівництва, левова частка яких полягає в недостатній якості організаційно-технологічних рішень.

До основних належать:

- нераціональне використання робітників та машин;
- неправильна комплектація бригад;
- погана організація робочого місця;
- невідповідність фронту робіт;
- незручне складування і збереження конструкцій на будівельному майданчику;
- відсутність необхідних інструментів, засобів;
- виправлення заводських дефектів у готових конструкціях і виробках;
- виправлення браку в роботі;
- порушення трудової дисципліни;
- хвороба виконавців;
- поломки машин і механізмів;
- перебої в постачанні енергоресурсів;
- відсутність необхідних матеріалів конструкцій;
- складні погодні умови тощо.

Наявність цих факторів означає, що досягнення кінцевого результату в будівництві, а саме, введення в дію об'єктів до певного терміну (визначеного в договорі), можна передбачити з певною ймовірністю.

Вивчення теорії та практики капітального будівництва дозволяє стверджувати, що організаційно-технологічна надійність значною мірою формується та визначається на стадії проектування будівельних об'єктів і методів їх зведення.

Сьогодні перед проектувальниками постають зовсім нові завдання, зумовлені значним збільшенням кількості елементів, функціональних зв'язків, вхідних і вихідних характеристик проєктованих об'єктів. Проектування сучасних складних об'єктів потребує участі великих колективів різних спеціалістів. Крім архітекторів, конструкторів, інженерів до роботи над проєктами залучається значна кількість фахівців інших технічних спеціальностей, а також економічних та гуманітарних.

Зростання складності будівельних проєктів призводить до значних викликів у їхній координації. Традиційні методи, що ґрунтуються на плоских кресленнях, стають неефективними та нездатними забезпечити чітку візуалізацію та узгодження всіх аспектів проєкту. Ця проблема зумовлює потребу в переході до новітніх підходів, таких як об'ємне макетування та технології інформаційного моделювання будівель (BIM).

Стрімкий розвиток будівельної галузі супроводжується збільшенням кількості взаємопов'язаних елементів у проєктах, що включають бригади, механізми, транспортні засоби, постачальників та інші компоненти. Згідно з основним законом теорії надійності, таке зростання складності системи призводить до експоненціального зниження її загальної надійності. Це зумовлено тим, що ймовірність відмови зростає з кожним новим елементом, що додається до системи. Впровадження об'ємного макетування та BIM-технологій являє собою ефективне рішення проблем, пов'язаних з координацією та надійністю будівельних проєктів. Ці інноваційні підходи мають ряд переваг:

Об'ємні моделі та BIM-системи дозволяють чітко візуалізувати проєкт у 3D-вимірі, що значно покращує комунікацію та співпрацю між учасниками проєкту. Це призводить до більш ефективного узгодження всіх аспектів проєкту та мінімізації ризику виникнення помилок та розбіжностей. Завдяки

кращому плануванню, координації та візуалізації проєкту зменшується ймовірність відмов та помилок, що призводить до загального підвищення надійності всієї системи. Це, в свою чергу, веде до зниження витрат на ремонт та експлуатацію, а також до більш стійкого та безпечного функціонування будівельного об'єкта.

Перехід від традиційних методів координації до об'ємного макетування та BIM-технологій стає необхідністю в сучасних будівельних проєктах. Ці інноваційні підходи дають змогу значно покращити координацію, підвищити надійність та гарантувати успішне виконання складних будівельних завдань, що відповідає сучасним вимогам до якості та безпеки будівельних об'єктів. Згідно із цими нормативами, навіть за відносно невеликої кількості елементів (100) та високої надійності кожного, будівельна система в цілому повинна мати невелику надійність та відмовляти практично в 50 % випадків. [15]

Але практика показує, що фактична надійність будівельних систем вища за значної кількості елементів системи та відносно невисокої надійності кожного.

Розгляд надійності як стійкості численних специфічних якостей будівельних систем щодо всіх можливих відхилень заданого режиму функціонування системи потребує системо-технічного проєктування, виготовлення, транспортування, зведення, функціонування та інших етапів життєвого циклу будівельних систем [16].

Науково-дослідна робота, проведена вченими з Університету Південної Каліфорнії та Університету Нового Південного Уельсу: Д. К. Ахуджа (D. K. Ahuja), М. К. Мохд Саїд (M. K. Mohd Said), А. К. Кумар (A. K. Kumar) на тему "Фактори, що впливають на затримки проєктів будівництва: порівняльний аналіз випадків США та Австралії" (2016), порівнює фактори, що впливають на затримки проєктів будівництва в США та Австралії. Автори провели опитування 224 учасників проєктів будівництва в обох країнах та проаналізували дані про 150 проєктів. Дослідження показало, що найпоширенішими факторами, що призводять до затримок, є зміни проєкту,

неефективне управління проектом, непередбачені події та проблеми з постачанням, а саме:

- зміни проекту такі як зміни дизайну, специфікацій або матеріалів, можуть призвести до значних затримок.
- неефективне управління проектом таке як погана координація робіт, неефективна комунікація та неадекватний контроль за ходом виконання проекту, може призвести до затримок.
- непередбачені події такі як погодні умови, стихійні лиха, страйки, можуть призвести до значних затримок проекту.
- проблеми з постачанням такі як затримки поставок матеріалів, обладнання або робочої сили, можуть призвести до затримок.

Дослідження також показало, що затримки проектів будівництва є більш поширеними в США, ніж в Австралії. В Австралії затримки проектів будівництва частіше пов'язані з непередбаченими подіями, тоді як в США затримки частіше пов'язані з неефективним управлінням проектом. Існують деякі культурні та інституційні фактори, які можуть впливати на вплив різних факторів на затримки проектів будівництва. Вплив цих факторів може варіюватися залежно від конкретного проекту, його розташування, типу проекту та інших факторів. *Культурні фактори* можна класифікувати за ознаками: ставлення до змін, комунікація, ввічливість, пунктуальність.

До *інституційних факторів* належать: законодавчі, нормативно-правові та регулюючі акти, рівень бюрократії проектів через повільні процеси прийняття рішень та отримання дозволів та ліцензій; нерозвинена інфраструктура через проблеми з постачанням матеріалів, обладнання та робочої сили; суворі вимоги до безпеки.

Забезпечення надійності складних систем — комплексна проблема, що охоплює широке коло наукових (фізичних, хімічних, математичних, біологічних), інженерних (проектно-конструкторських, виробничо-технологічних, експлуатаційних) і економічних аспектів. Інноваційні підходи до забезпечення надійності засновані на результатах досліджень фізики відмов і

принципово нової парадигми забезпечення безвідмовності. Остання містить якісно нові вимоги до розроблювачів і виготовлювачів, ґрунтовані на принципі надійнісно-орієнтованого керування процесами проектування, виробництва та експлуатації технічних об'єктів. Її основними компонентами є:

- бази даних про характерні дефекти технологічного виробу, моделі деградації їхніх відмов із характерними дефектами;

- бази поточних даних про характерні дефекти конкретних типів елементів і матеріалів та дефекти, притаманні кожному технологічному процесу виготовлення.

Експертна система призначена виробляти в реальному часі конкретні рекомендації до керування процесом виробництва з урахуванням необхідних показників якості й надійності виробів та рентабельності виробництва (напр., рекомендації щодо коригування тестового контролю, номенклатури контрольованих параметрів, окремих технологічних операцій, запровадження додаткових випробувань та ін.).

Ще одним видом випробувань є діагностичні, які дозволяють виявляти приховані дефекти виробів на основі контролю інформативних параметрів. Особливістю діагностичних випробувань є індивідуальний характер, обумовлений необхідністю контролю кожного виробу або елемента, а також орієнтація на певний вид дефекту.

Дедалі ширше застосовується принцип «передбачувати та попереджувати», що орієнтований на створення системи організації виробництва з «нулем дефектів»; виключення виробничих технологій і прийомів, за яких можлива поява дефектів у виробі та випуск дефектних матеріалів і деталей. Система «передбачувати та попереджувати» містить три ключові елементи: виявлення дефекту; усунення дефекту; удосконалення виробництва для попередження появи дефектів надалі (включно з урахуванням людського фактору — недостатньої фаховості, недисциплінованості та ін.) [17].

Для керування технологічними процесами успішно застосовують принцип нечіткої логіки (*англ. Fuzzy logic*), особливо у випадках, коли хід процесів точно

не визначений, нелінійний, має значний розкид, мінливу структуру тощо. Використання цього принципу дозволяє забезпечити високу надійність керування, необхідну точність реалізації вихідних даних процесу. Характер задач, які можна вирішувати за допомогою логіки непевності, дозволяє ефективно використовувати їх при конструюванні, оцінці надійності й визначенні шляхів її забезпечення. [18]

Окрім розглянутих нормативних документів, надійність регламентується нормами проектування будівельних конструкцій різних видів (металевих, дерев'яних, залізобетонних, спеціальних тощо), у яких викладені методи розрахунку, встановлені значення частини коефіцієнтів методу граничних станів, а також наведені принципи конструювання та конструктивні обмеження, зорієнтовані на забезпечення надійності цих конструкцій.

У будівництві умови та закономірності пов'язані не тільки зі складністю, ймовірнісним характером, динамічністю та ієрархічністю систем, а й з низкою *специфічних обставин*, таких як:

- значна тривалість виробничого циклу;
- необхідність здійснювати просторове членування фронту робіт (виділяти яруси, захватки);
- необхідність враховувати багатоваріантність технології, взаємну заміненість методів виконання робіт, нерухомість виготовлюваної продукції;
- необхідність залучати велику кількість субпідрядних організацій.

Крім того, в будівель процесі особливо суттєвий вплив природних умов (грунти, рельєф місцевості, клімат, погода). Усі ці обставини не залежать від застосованої системи управління, хоча ступінь їх урахування системою управління суттєво впливає на її ефективність.

Враховуючи ймовірнісну природу більшості дестабілізуючих факторів, досить складно встановити аналітичні залежності, які відображають характер та ступінь їх впливу на кінцеві показники ефективності, що й визначає необхідність їх сукупного обліку за допомогою використання імовірнісних оцінок цих показників. [19]

Слід виділяти не тільки «сукупний облік», а й системний. Системність у цьому випадку проявляється в тому, що висновок про надійність отримання підсумкового результату діяльності організації слід робити не на підставі окремих показників, а з урахуванням їх системного (причинно-наслідкового) взаємозв'язку. Правомірність такої постановки питання обґрунтовується відомою з теорії ймовірності закономірністю, що надійність одного елемента і системи з таких елементів визначається по-різному і може суттєво відрізнятись залежно від схеми поєднання елементів. [20] Таким чином, у розрахунках під час прийняття відповідних організаційно-технологічних рішень (ОТР) доцільно визначати надійність як одиничного показника за кожною з величин, що входять до розрахунку, так і комплексного показника надійності, встановленого на базі залежності одиничних показників. Все це зорієнтовано на оцінку надійності підприємства як складної системи, яка визначається за допомогою діагностування всіх рівнів фінансово-виробничої діяльності організацій. Таким чином, коли до традиційного аналізу можливих організаційно-технологічних рішень додається ще й надійність, це спрощує процес вибору варіанта рішення, адже надійність кожного показника може визначати його пріоритетність для прийняття рішення. [21]

Стосовно особливостей та унікальних властивостей будівельного виробництва, надійність виконання будівельних процесів характеризується технологічними та організаційними заходами її забезпечення. Розробці методологічного підґрунтя організаційно-технологічної надійності (ОТН) будівельних процесів та проєктів будівельної галузі присвячена значна кількість робіт, серед яких слід згадати російську наукову школу Гусакова А.А. і Гінзбурга А.В. [22], власне в якій у 1972 році Гусаковим А.А. вперше було запропоновано термін «організаційно-технологічна надійність» для будівельної галузі. ОТН розглядалась, як здатність організаційних та технологічних рішень забезпечувати досягнення заданого результату будівельного виробництва в умовах випадкових збурень, властивих будівництву, як складній стохастичній системі.

На протязі 1970-80 рр. професором Гусаковим А.А. та його послідовниками було проведено цикл наукових і проєктно-експериментальних робіт зі створення теорії та методології організаційно-технологічної надійності будівництва. Були розширені поняття і методи математичної теорії надійності, розроблені для автоматики, радіоелектроніки та інших складних технічних систем зі стаціонарними режимами. Але, розробки Гусакова А.А. стосуються переважно умов, які були притаманні радянській галузі будівельного виробництва та процесам організації будівництва, які є характерними для того часу та оточення. Тому створена науково-теоретична база не враховує ринкових економіко-управлінських та організаційно-технологічних передумов формування сучасних обмежень та вимог до будівельних проєктів, які і визначають переважну кількість виникнення відмов та впливають на загальну надійність систем будівельного виробництва. Вона також не враховує важливу в функціонально-технологічному значенні диференціацію таких, безумовно, різних відмов, як тимчасові відхилення параметрів системи від проєктних значень, які здатні самоусуватися та впливають на систему проєкту тимчасово і мають переважно часові і вартісні наслідки - з одного боку, і можливий стовідсотковий вихід системи із функціонального становища - з іншого.

Ще одним напрямком комплікації питання сучасного організаційно-технологічного забезпечення будівництва, є те, що останнім часом, різке ускладнення систем будівельного виробництва призводить до збільшення кількості параметрів та елементів будівельних проєктів (постачальників, виконавців, матеріалів, технічного оснащення тощо), що, відповідно до одного з ключових законів теорії надійності, знижує надійність всієї системи у геометричній прогресії пропорційно до кількості розрахункових параметрів і елементів. [²³ с.53]

1.2. Забезпечення функціонально-технологічної надійності девелоперського проєкту на передінвестиційно-підготовчій фазі його життєвого циклу

Експлуатація будівельних систем протягом їх життєвого циклу потребує регулярного обслуговування, ремонту та діагностики. Це дозволяє своєчасно виявляти та усувати дефекти, що сприяє збереженню надійності системи.

Життєвий цикл проєкту, що виконується девелопером, включає в себе три ключових фази, кожна з яких містить додаткові етапи (рис.1.2).



Рис.1.2. Загальний розподіл фаз та етапів девелоперського проєкту [14]

Необхідний рівень надійності будівельного об'єкта, конструкції та її елементів повинен забезпечуватися на усіх етапах та фазах життєвого циклу:

- на етапі вишукування й проєктування – визначенням доцільних параметрів майбутнього об'єкта, вибором проєктних рішень, виконанням розрахунків і конструктивних вимог з урахуванням умов його застосування;
- у процесі виготовлення, транспортування й зберігання – шляхом реалізації вимог щодо якості матеріалів, точності розмірів, технологічних режимів виробництва, антикорозійного захисту тощо;
- у процесі зведення та приймання об'єкта в експлуатацію – за рахунок забезпечення відповідності зведеного об'єкта до проєктної документації,

дотримання технології зведення, оперативного контролю якості матеріалів і робіт, контролю якості при прийманні в експлуатацію;

- у процесі експлуатації – забезпеченням відповідності режиму експлуатації до проєктного, виконанням технічних обстежень і поточних ремонтів;

- у процесі реконструкції та подальшого використання в нових умовах – шляхом встановлення вимог до зміни окремих характеристик об'єкта чи його частин, нового режиму його використання, а також реалізації заходів, викладених у попередніх пунктах, з метою забезпечення нових вимог;

- у процесі ліквідації об'єкта – розробленням і дотриманням технології демонтажу та утилізації матеріалів і конструкцій з метою забезпечення безпеки для персоналу та навколишнього середовища. [14, с. 7]

Проте, особливо важливим є визначення надійності девелоперського будівельного проєкту на початкових його стадіях, а саме на фазі передінвестиційно-підготовчих процесів. Тому, зупинимось детальніше на даній фазі життєвого циклу проєкту.

Під час *передінвестиційної фази* проводяться дослідження щодо визначення інвестиційних можливостей проєкту, аналіз альтернативних варіантів і попередній вибір, а також *підготовка проєкту* — попереднє обґрунтування й детальна розробка, висновки щодо проєкту та рішення про його інвестування. [24]

Поділ передінвестиційної фази на стадії не дає змогу діяти безпосередньо від ідей проєкту до остаточного техніко-економічного обґрунтування без поетапної перевірки ідей або подання альтернативних рішень. Такий поділ дозволяє виключити велику кількість зайвих техніко-економічних обґрунтувань тих проєктів, для яких шанс досягнути інвестиційної фази малоімовірний. І, зрештою, він гарантує, що висновки стосовно проєкту, які повинні готуватися національними або міжнародними фінансовими установами, спрощуються, якщо в основі лежать добре виконані аналітичні розрахунки [25].

Тривалість проєктного циклу, безумовно, не є нормативною величиною і залежить від великої кількості обставин, насамперед від виду проєкту та його учасників (табл.1.2).

Таблиця 1.2

Приблизна тривалість передінвестиційної та інвестиційної фаз життєвого циклу деяких проєктів

Види проєктів	Тривалість, років	
	Передінвестиційна фаза	контрактна стадія і стадія проєктування інвестиційної фази
Великі будівлі ділового призначення	1,0—7,0	1,5—2,5
Жилі багатоквартирні будинки	1,0—4,0	1,0—4,0
Лікувальні установи	1,0—5,0	0,5—5,0
Навчальні заклади	1,0—4,0	0,5—2,5
Невеликі й середні будівлі	0,5—3,0	0,5—3,0
Шляхи й гавані	1,5—10,0	0,3—3,0
Об'єкти водопостачання і каналізації	1,0—4,0	0,5—2,5

Джерело: [24]

Преідентифікація— стадія визначення інвестиційних можливостей, що, як правило, пов'язана з отриманням інформації потенційними інвесторами про інвестиційні можливості, які виникають на різних рівнях — від сектора економіки до підприємства. [24].

Девелопмент в будівництві – це комплексний процес, який охоплює всі аспекти реалізації будівельного проєкту, від його ініціації до завершення та введення в експлуатацію. Це не просто зведення будівель, а й цілеспрямована діяльність, спрямована на створення та реалізацію проєктів, що відповідають потребам ринку та генерують прибуток (табл. 1.3).

Ключові етапи девелопменту проєкту

№	Етапу девелопмент-проєкту	Опис основних завдань та заходів на етапі девелопмент-проєкту.
1	Ініціація проєкту	Виявлення та аналіз ринкової ніші, формування концепції проєкту, проведення досліджень та техніко-економічні обґрунтування.
2	Проектування	Розробка проєктної документації, включаючи архітектурні, конструктивні, інженерні та інші розрахунки.
3	Отримання дозволів	Збір та оформлення необхідних дозволів та погоджень від відповідних органів влади.
4	Фінансування	Залучення інвестицій для фінансування будівництва, включаючи власні кошти девелопера, кредити, гранти та інші джерела.
5	Будівництво	Зведення об'єкта відповідно до проєктної документації, дотримання будівельних норм та правил.
6	Введення в експлуатацію	Здача об'єкта в експлуатацію, отримання необхідних документів та дозволів, продаж або передача в оренду.
7	Управління активом	Управління експлуатацією та обслуговуванням об'єкта протягом його життєвого циклу, максимізація його прибутковості.

Джерело: сформовано автором

Девелопер як ініціатор та координатор проєкту бере на себе відповідальність за всі етапи проєкту, від його ініціації до завершення. Девелопер може інвестувати власні кошти в проєкт або залучати інвестиції з інших джерел або виступати замовником будівельних робіт, де контролює їх виконання та відповідає за якість. Девелопер може виступати також продавецем або орендодавцем, управляти об'єктом протягом його життєвого циклу, забезпечуючи його експлуатацію та обслуговування.

Дослідження С.Ф. Flyvbjerg, В.А. Skaksen, J.L. Buhl [1] є одним з наймасштабніших досліджень факторів, що впливають на перевищення бюджету та тривалості проєктів будівництва. Дослідження С.Ф. Flyvbjerg, В.А. Skaksen, J.L. Buhl ґрунтується на аналізі 283 проєктів будівництва в Скандинавії. Автори використовували метод випадкової вибірки для вибору проєктів для дослідження. збирали дані про проєкти з різних джерел, включаючи кошториси, плани проєктів, звіти про перевищення бюджету та затримки, використовували статистичні методи для аналізу даних. За результатами виявило, що 68% проєктів будівництва в Скандинавії перевищили

бюджет на 20%, а 33% - на 50%. Дослідники визначили, що основними факторами, що спричиняють перевищення бюджету, є: неточність кошторису, зміни в проєкті, неефективне управління проєктом, непередбачені події.

Дослідження О.О. Мартиш, О.П. Мартиш виявило, що 72% проєктів будівництва в Україні перевищили бюджет на 25%, а 42% - на 50%. Дослідження також виявило, що 80% проєктів будівництва в Україні затрималися на 22%, а 38% - на 50%. Автори визначили, що основними факторами, що спричиняють перевищення бюджету та тривалість проєктного циклу, є: недосконала система ціноутворення, неефективне управління ризиками, недоліки в управлінні проєктом, непередбачені події, недосконала система планування, неефективне управління змінами, недоліки в управлінні проєктом, непередбачені події [78]

Ринок девелопменту в Україні активно розвивається, пропонуючи широкий спектр проєктів для різних потреб: житлова забудова (будівництво житлових комплексів, будинків, квартир.), комерційна забудова (будівництво офісних центрів, торгових центрів, складських приміщень), індустріальна забудова (будівництво заводів, фабрик, логістичних комплексів), інфраструктурні проєкти (будівництво доріг, мостів, тунелів, аеропортів). Девелопери в Україні стикаються з низкою викликів, таких як бюрократія, корупція, нестабільність економіки. Проте, існують і сприятливі фактори, такі як зростаючий попит на житло та комерційні приміщення, розвиток інфраструктури. [26].

Для забезпечення функціонально-технологічної надійності необхідно проаналізувати ряд характеристик девелоперського проєкту, а саме: на стадії ідентифікації в проєктному циклі здійснюється визначення цілей проєкту та формулювання його завдань, які забезпечують реалізацію ключових стратегічних планів. Цей етап передбачає генерацію широкого спектру ідей, здатних сприяти досягненню цілей економічного розвитку. Зважаючи на те, що загальною метою будь-якого проєкту є отримання додаткових вигод, відбір

проектів ґрунтується на порівняльному аналізі можливих результатів від реалізації альтернативних проектів. [27]

Аналітики стикаються з викликом оптимізації кількості розглянутих ідей, одночасно забезпечуючи детальне вивчення відібраних варіантів з метою скорочення кількості ідей. Як правило, кількість проектів, що заслуговують на детальне вивчення, скорочується до двох-трьох. Це дозволяє швидко й ефективно оцінити найважливіші аспекти інвестиційних можливостей проекту на макро- та мікрорівнях. Від аналітика очікується переконлива мотивація вибору покладається відповідальність за прийняття рішень: або відхилення будь-якого варіанту проекту. [28]

В роботі [207] присвяченій моделюванню розширеної системи управління з використанням підсистем забезпечення, що інтегруються в автоматизовані системи управління (АСУ) складних виробничих процесів (СВП). АСУ будівництвом (АСУБ) – складні системи з великою кількістю вхідних елементів та численними внутрішніми і зовнішніми зв'язками. У зв'язку з цим запропоновано вводити підсистеми забезпечення стабільності за окремими напрямками протікання СВП, тобто АСУ розподіляються на підсистеми, що у свою чергу підвищує ефективність управління основним процесом. Методика управління інтегрованої АСУБ передбачає попереднє проектування систем забезпечення (СЗ) стабілізації процесу зведення будівельного об'єкта. Таких систем може бути декілька: система забезпечення безпеки і сприятливих умов праці (СЗБУП), система забезпечення ефективності капвкладень (СЗЕК), система екологічної безпеки будівництва (СЕББ), система забезпечення якості будівництва (СЗЯБ) тощо (рис. 1).

При інтегруванні систем забезпечення в АСУБ вони стають автоматизованими підсистемами, удосконалюючи при цьому основну, управляючу функцію загальної автоматизованої системи.

Комплекс заходів щодо стабілізації СБП є множиною $\{M_{ij}\}$ заходів і засобів, що забезпечують попередження появи $\{D_i\}$ факторів дестабілізації чи оперативне їх усунення і вплив на хід процесу з метою його стабілізації.

Підмножинами $\{M_{ij}\}$ служать заходи, спрямовані проти можливих впливів конкретних видів $\{D_n\}$ дестабілізуючих факторів $\{D_i\}$.

У будівельному виробництві виділяють такі групи можливих ДФ:

– множина факторів $\{D_1\}$, що знижують нормативний рівень безпеки і сприятливих умов праці робітників, що працюють при зведенні і наступній експлуатації споруд;

– множина факторів $\{D_2\}$, що підвищують екологічну небезпеку;

– множина факторів $\{D_3\}$, що знижують надійність і безпеку будівельних споруд чи їхніх комплексів;

– множина факторів $\{D_4\}$, що знижують заплановану довговічність будівельних об'єктів;

– множина дестабілізуючих факторів $\{D_5\}$, що підвищують майбутні експлуатаційні витрати споруджуваних об'єктів;

– множина факторів $\{D_6\}$, здатних знизити архітектурно-художню і функціонально-цільову цінність споруд при наступній їхній експлуатації;

– множина факторів $\{D_7\}$, що збільшують капітальні витрати на будівництво.

Вагомість кожного n -ного фактора з групи $\{D_n\}$, проти впливу якого підібрані з науково-технічної документації заходи і засоби захисту $\{M_{nj}\}$, визначається в залежності від показника ризику W_n , з яким дестабілізуючий фактор може перейти з потенційно нормативного стану в стан, що перевищує нормативний (екстремальний) за формулою:

$$W_n = V_n \cdot p({}^e A_n), \quad n = 1, 2, \dots, I \quad (1)$$

де: V_n – повні виробничі витрати від наднормативної дії ДФ;

$p({}^e A_n)$ – імовірність появи екстремальної події ${}^e A_n$. [207].

Макроекономічний аналіз, мета якого полягає в розробці інвестиційної пропозиції та зборі інформації для потенційних інвесторів. Як правило, проводиться за трьома напрямками: 1) ресурсний - оцінює можливості, пов'язані з використанням ресурсів або продукції; 2) галузевий - спрямований на визначення потенціалу певного сектора економіки; 3) регіональний - дає оцінку можливостей певного регіону країни, його потенціалу та привабливості для конкретної проєктної ідеї [29]. Окрім макроаналізу, на стадії ідентифікації також необхідно провести мікроаналіз. Його метою є діагностика окремих суб'єктів, які мають потенціал та інвестиційну привабливість, що дозволяє сформулювати попередні цілі окремих пропозицій девелоперських проєктів. Ідея проєкту повинна бути детально розроблена на стадії ретельного дослідження. Це необхідно зробити перед тим, як вкладати значні кошти в детальну розробку проєкту. Попередній аналіз дозволяє оцінити ідею проєкту та сформулювати його основні етапи (табл. 1.4)

Таблиця 1.4
Аналіз етапів підготовки проєкту

№	Показник	Характеристика показника
1	Фаза життєвого циклу проєкту	передінвестиційно-підготовча стадія проєкту
2	Попередня оцінка	Первинний аналіз ідеї проєкту з метою визначення його перспективності та доцільності подальшого вивчення.
3	Додаткові дослідження	Детальне вивчення ідеї проєкту з використанням різних методів аналізу для отримання вичерпної інформації про можливості та ризики проєкту.
4	Розглянуті всі можливі альтернативи проєкту	Виявлення та аналіз різних варіантів реалізації проєкту з метою вибору найкращого з них.
5	Визначені цілі та завдання проєкту	Чітке формулювання очікуваних результатів проєкту та завдань, які необхідно виконати для їх досягнення.
6	Проведена оцінка ресурсів проєкту	Визначення необхідних ресурсів (фінансових, матеріальних, кадрових) для реалізації проєкту.
7	Проведена оцінка ризиків проєкту	Виявлення та аналіз можливих ризиків, які можуть виникнути під час реалізації проєкту.
8	Обґрунтована доцільність проєкту	Робляться висновки про доцільність реалізації проєкту на основі проведеного аналізу.

Джерело: сформовано автором

Стадія підготовки проєкту поділяється на два етапи: попередня оцінка та додаткові дослідження (рис.1.3). Ідея проєкту повинна бути детально розроблена на стадії ретельного дослідження. Тобто перед тим, як вкладати великі кошти в детальну розробку проєкту, треба оцінити його ідею за допомогою попереднього аналізу, в результаті якого формулюються основні положення:

- 1) розглянуті всі можливі альтернативи проєкту;

<i>Попередня оцінка</i>	
П І Д Г О Т О В К А	Оцінка інвестиційної пропозиції за такими критеріями: 1) технічна здійснюваність проєкту; 2) екологічна допустимість; 3) фінансова доцільність (оцінка потрібного обсягу інвестицій і віддача); 4) інституційна допустимість; 5) оцінка альтернатив проєкту; 6) оцінка ризику й невизначеності зовнішнього середовища.
<i>Додаткові дослідження</i>	
П Р Е К Т У	Вивчення ринку за конкретними групами товарів (попит, його стійкість та ціна). Оцінка конкретних сировинних і матеріальних ресурсів за ступенем доступності існуючих та призначених цін на ці ресурси. Відбір можливих для використання технологій. Визначення та уточнення масштабів проєкту, можливі транспортні витрати. Уточнення екологічної допустимості, тобто чіткий план впливу на довкілля. Визначення потенційних джерел фінансування, порівняння альтернатив. Визначення часових меж альтернативних проєктів.

Рис.1.3. Зміст робіт на стадії підготовки проєкту [104]

- 2) проєкт може бути направлений на детальну розробку;
- 3) всі аспекти проєкту мають важливе значення з погляду його здійснюваності і є потреба глибокого вивчення за допомогою функціональних досліджень;
- 4) ідея проєкту на підставі існуючої інформації може бути визначена як нежиттєздатна чи недостатньо приваблива;
- 5) екологічна ситуація на ділянці запланованого будівництва і потенційний вплив на неї передбаченого виробничого процесу відповідають національним стандартам.

Мета підготовки проєкту — ранжування і відбір існуючих варіантів проєкту, які потрібно передати для детальної розробки, та його становлення. Це може відбуватися, якщо: визначено основні та альтернативні варіанти проєкту, ідентифіковані основні організаційні й політичні проблеми та віднайдені можливості їх вирішення; є результати приблизної оцінки очікуваних витрат і доходів; існує підтримка з боку політичної влади, яка дістає вигоду від проєкту; є підстава й впевненість, що проєкт отримає надійне фінансування з внутрішніх джерел. [104]

Оптимальний пакет технічних рішень для проєкту визначається комплексом факторів (рис. 1.5):

- попит на продукцію: технічні рішення повинні відповідати очікуванням цільової аудиторії та забезпечувати конкурентоспроможність продукції.
- адміністративні можливості: вибір технічних рішень має враховувати можливості організації, яка реалізує проєкт, з точки зору фінансових ресурсів, кваліфікації персоналу та інфраструктури.
- культурні традиції та соціальна поведінка: технічні рішення повинні відповідати культурним особливостям та соціальним нормам середовища, в якому буде використовуватися продукція.

Аналіз технічних рішень здійснюється за ключовими аспектами:

- функціональність: відповідність технічних рішень функціональним вимогам до продукції.
- ефективність: забезпечення максимальної ефективності роботи продукції з точки зору витрат ресурсів та продуктивності.
- надійність: гарантія стійкості та безаварійної роботи продукції протягом експлуатаційного періоду.
- економічність: забезпечення економічної доцільності використання технічних рішень з точки зору витрат та очікуваної вигоди.
- екологічність: відповідність технічних рішень екологічним нормам та мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище.

Експертиза проекту є ключовим етапом прийняття рішення про його реалізацію. Зазвичай експертиза проводиться поетапно, з оцінкою різних аспектів проекту.

Експертиза проекту являє собою оцінку його ефективності та доцільності заінтересованими або незалежними організаціями, яка здійснюється за формальними та неформальними критеріями. Основні завдання експертизи проекту:

- перевірка раціональності проекту: оцінка обґрунтованості вибору цілей, завдань, методів та засобів реалізації проекту.
- визначення доцільності реалізації проекту: аналіз очікуваних результатів проекту та їх співвідношення з витраченими ресурсами.
- виявлення потенційних ризиків проекту: оцінка можливих проблем, які можуть виникнути під час реалізації проекту, та розробка заходів щодо їх попередження або мінімізації.

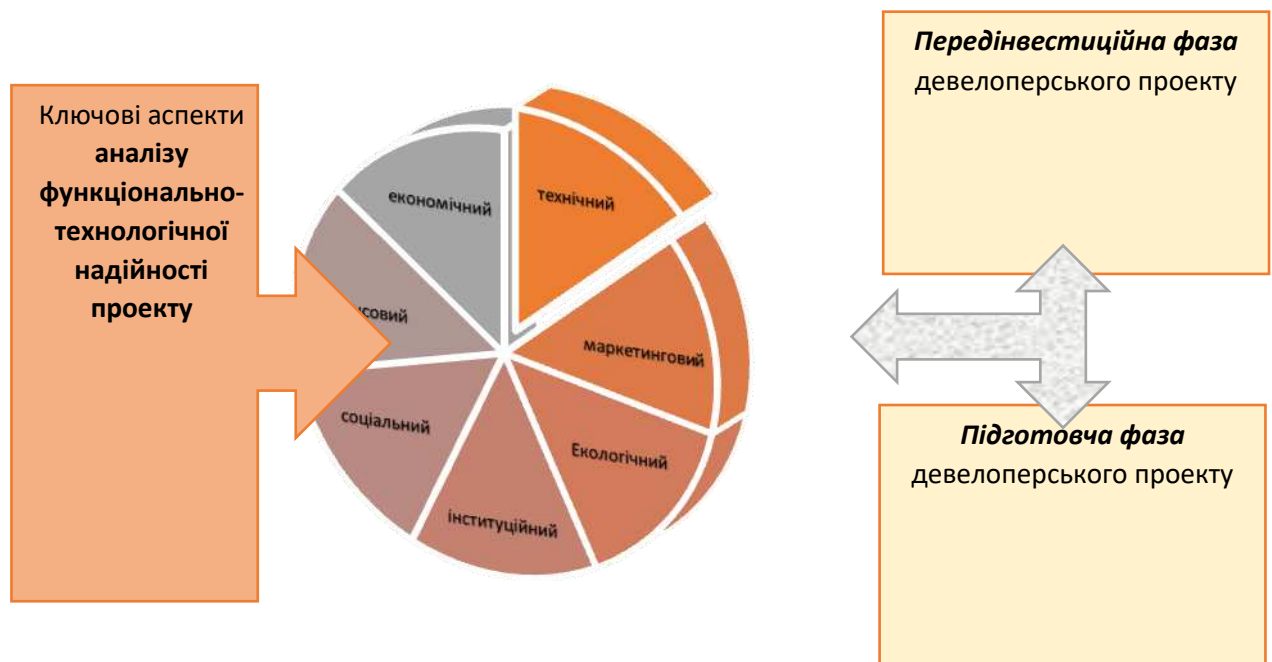


Рис.1.5. Ключові аспекти аналізу функціонально-технологічної надійності проекту

Джерело: сформовано автором за даними [30]

На передпроектній стадії можна виділити два найбільш важливих етапи – дослідження ринку та вибір місцезнаходження майбутнього об'єкта. Саме вони здатні вплинути на успішність проєкту загалом. [31]:

Практика підготовки, оцінки та відбору проєктів диктує необхідність застосування сучасних методологій та інструментарію, які відповідають міжнародним стандартам обґрунтування проєктних рішень.

Автори L.D. Love, G.D. Love, D.J. Edwards в роботі виокремлюють, що основними факторами невизначеності, які спричиняють перевищення бюджету та затримки, є: зміни в нормативних вимогах, зміни в цінах на матеріали, зміни в погодних умовах, непередбачувані події. [32]

Після бурхливої пандемії Covid-19 галузь проєктування та будівництва має продовжити свою боротьбу задля досягнення більшої стійкості та гнучкості. Оскільки світовий ринок і далі відчуває тиск нових подій, включаючи рецесії, збільшення складності ланцюга постачань, спричинені геополітичними конфліктами, підвищенням цін на матеріали та браком робочої сили, новий рівень невизначеності спостерігається в галузі.

Період 2019-2024 років характеризується значними коливаннями в обсягах будівництва в Україні. Від стійкого зростання у 2019 році до різкого скорочення в 2022 році через військову агресію, будівельна галузь демонструє здатність до адаптації та відновлення. Прогнози на 2024 рік свідчать про продовження тенденції до зростання, що є важливим кроком на шляху до економічного відновлення країни. У 2019 році обсяги будівництва в Україні зросли на 23%. Основними напрямками були будівництво житлових та нежитлових будівель, а також інженерних споруд. Це зростання свідчить про стійкий розвиток будівельної галузі в цей період. У 2020 році спостерігалось зростання обсягів будівництва на 4% порівняно з попереднім роком. Це зростання було зумовлене переважно нежитловим будівництвом, тоді як будівництво житла скоротилося на 18.5%. Дані свідчать про те, що інвестиції в житловий сектор були менш активними, ніж у нежитловий сектор. Загальний обсяг будівництва у 2021 році зріс на 5.6%. Зокрема, зростання в секторі

житлових будівель становило 16.8%, у нежитлових - 3.2%, а в інженерних спорудах - 3.1%. Це вказує на стабільний розвиток у всіх сегментах будівельної галузі, з акцентом на житлове будівництво. У 2022 році обсяг будівництва різко скоротився на 65.1% через військову агресію Росії. Найбільше постраждали інженерні споруди, з падінням на 67.1%, та нежитлові будівлі, з падінням на 63.6%. Це свідчить про значний вплив війни на будівельний сектор та економіку в цілому. У 2023 році відбулося відновлення будівельних робіт, обсяг яких зріс на 22.6% порівняно з попереднім роком. Основне зростання спостерігалося у секторі інженерних споруд (+32.9%) та нежитлових будівель (+20%). Це відновлення свідчить про адаптацію будівельної галузі до нових умов та відновлення після значних втрат попереднього року.

Прогнози на 2024 рік поки що не повністю сформовані, але початок року вказує на продовження відновлення та зростання будівельних робіт, особливо в секторах, що постраждали від військових дій. Це очікуване зростання пов'язане з необхідністю відновлення зруйнованої інфраструктури та будівель, що потребує значних інвестицій та зусиль.

Цілком закономірно, що під час дії воєнного стану обсяги будівництва значно знизились у порівнянні із довоєнним періодом. Це пов'язано як з об'єктивними, так і з психологічними чинниками: в умовах невизначеності як забудовники, так і покупці не надто схильні до значних інвестицій.

Серед основних напрямів будівництва, які розвиваються навіть під час війни, можна виділити такі:

- відновлення пошкоджених будівель і об'єктів інфраструктури;
- житлове будівництво, в тому числі будівництво житла для внутрішньо переміщених осіб;
- промислове будівництво і переоснащення підприємств, що стимулюється релокацією виробництв і змінами в логістиці
- будівництво об'єктів цивільного захисту, військового і подвійного призначення, захист об'єктів інфраструктури.

Велика частка перелічених робіт виконується на замовлення військових адміністрацій за бюджетні чи донорські кошти.

Згідно ст. 28 Закону України «Про Державний бюджет України на 2024 рік» створено фонд ліквідації наслідків збройної агресії у складі спеціального фонду Державного бюджету України з метою ліквідації наслідків (у тому числі гуманітарних, соціальних, економічних), спричинених збройною агресією Російської Федерації проти України. Статті Державного бюджету України на 2023 рік щодо будівництва. Кошти фонду ліквідації наслідків збройної агресії спрямовуються на:

- будівництво (нове будівництво, реконструкцію, реставрацію, капітальний ремонт) громадських будинків та споруд (з урахуванням вимог безпеки щодо захисних споруд цивільного захисту), захисних споруд цивільного захисту та військових об'єктів (споруд, будинків, позицій, казарм, складів, доріг тощо);
- будівництво об'єктів інфраструктури, зокрема пов'язаних з наданням послуг з водопостачання, водовідведення, виробництва теплової енергії, тепlopостачання, електропостачання;
- нове будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт, розроблення проєктної (проєктно-кошторисної) документації будівель для забезпечення житлом внутрішньо переміщених осіб та осіб, які втратили його внаслідок воєнних дій, спричинених збройною агресією Російської Федерації проти України;
- розроблення проєктної (проєктно-кошторисної) документації для об'єктів, зруйнованих внаслідок збройної агресії Російської Федерації проти України;
- будівництво, ремонт та інші інженерно-технічні заходи із захисту об'єктів критичної інфраструктури;
- закупівлю шкільних автобусів, спеціалізованого санітарного транспорту для центрів екстреної медичної допомоги та медицини катастроф, спеціального транспорту для комунальних підприємств з благоустрою територій;

- компенсацію за знищений/пошкоджений об'єкт житлового призначення (у тому числі будинки дачні та садові);
- відновлення пошкоджених об'єктів житлового (у тому числі будинків дачних та садових) та громадського призначення;
- нове будівництво об'єктів житлового призначення для осіб, які втратили житло внаслідок воєнних дій, спричинених збройною агресією Російської Федерації проти України, розроблення та експертизу проєктної документації на будівництво таких об'єктів;
- будівництво (нове будівництво, реконструкцію, реставрацію, капітальний ремонт, розроблення проєктної (проєктно-кошторисної) документації, поточний ремонт) закладів охорони здоров'я для забезпечення надання медичної та реабілітаційної допомоги особам, постраждалим внаслідок збройної агресії Російської Федерації проти України.[33]

Звіт McKinsey "Imagining the future of construction: Transforming industry productivity" (2019) оцінює, що якби будівельна галузь змогла досягти рівня продуктивності інших галузей, це могло б призвести до щорічного приросту глобального ВВП на 1,6 трильйона доларів. Низька продуктивність в будівельній галузі обумовлюється низкою факторів,

- фрагментація галузі: будівельна галузь складається з великої кількості дрібних та середніх підприємств, що ускладнює впровадження інновацій та вдосконалення процесів.
- нестача кваліфікованої робочої сили: галузь відчуває дефіцит кваліфікованих робітників, що призводить до зростання витрат та зниження продуктивності.
- неефективність будівельних процесів: багато будівельних процесів залишаються ручними та трудомісткими, що призводить до втрат часу та ресурсів.
- недостатнє використання технологій: будівельна галузь відстає у впровадженні нових технологій, таких як BIM та робототехніка, які можуть допомогти підвищити продуктивність.

Для подолання цих проблем та підвищення продуктивності будівельної галузі необхідно вжити низку заходів,

- підвищення кваліфікації робочої сили: необхідно інвестувати в освіту та підготовку кваліфікованих робітників.
- вдосконалення будівельних процесів: необхідно застосовувати більш ефективні та економні методи будівництва.
- впровадження нових технологій: необхідно ширше використовувати нові технології, такі як BIM та робототехніка, для автоматизації та оптимізації будівельних процесів.
- підвищення співпраці в галузі: необхідно налагодити кращу координацію та співпрацю між різними учасниками будівельного процесу.

Традиційні виклики галузі посилюються глобальним фінансовим тиском і збоями, спричиненими інфляцією, проблемами з доступністю запчастин і матеріалів, проблемами з транспортуванням, а також зростанням цін на матеріали та обладнання. Усе це посилюється вартістю робочої сили та її нестачею, спричиненою старінням робочої сили. Кваліфіковані працівники виходять на пенсію, відбувається розрив у кваліфікації, а до 2025 року нестача працівників перевищить мільйон. Але, нова модель роботи формується у галузі будівництва під впливом інших галузей та їхнього досвіду, наприклад:

стандартизація та платформи — збірка вузлів частин/компонентів відбувається за межами підприємства, що може підвищити якість, якщо потім доставити їх на місце, і, таким чином, зменшити час і втрати, які в іншому випадку вимагали б від людей роботи на місці та оплати.

проективання з урахуванням вимог виробництва та збірки — цей підхід має на меті знайти спільне всередині будинків у багатьох різних секторах, а потім розробити стандартні набори частин, які можна зібрати разом, щоб сформувати структуру будь-якої будівлі.

цифровий дизайн (BIM стає критично важливим) – можливість взяти дизайн, міждисциплінарний дизайн, як модель і переконатися, що «зробити все

правильно з першого разу» можливо, визначивши, де є зіткнення компонентів або проблеми з дизайном.

більше уваги приділяється структурованому процесу ланцюжка постачань (наприклад, нумерації деталей та управлінню запасами) – використання підходу, що базується на «структурі робочого пакету», забезпечує кращий контроль і управління багатьма аспектами матеріалів, субпідряду, праці та обладнання.

Компанії мають перейти на індустріалізовані процеси будівництва, щоб досягти успіху в майбутньому: повинні мати можливість реалізувати гібридну модель, яка поєднує традиційні бізнес-процеси з додатковими процесами, такими як інтеграція даних моделі BIM на всіх етапах життєвого циклу активів, підтримка структурованих пакетів робіт на будівельному майданчику, комплектування та складання, стандартизація, нумерація деталей і більш дисциплінований ланцюг постачання, логістика та контроль запасів, а для деяких і виробництво. Цілком ймовірно, що першим кроком для багатьох буде перегляд ландшафту бізнес-систем, спрощення та розгляд питання про необхідність заміни, оновлення або повторного використання деяких із існуючих систем на рішення, які можуть підтримувати цю нову гібридну модель. У галузі, яка настільки несприятлива до змін, ті, хто не включив останні технологічні інновації, такі як BIM, дрони, IoT, OSP (Operational Solution Platform), робототехніка та автоматизоване обладнання, у свій шлях трансформації просто повинні почати цей шлях. Так само для тих, хто ще не додав такі методи роботи, як модульне виробництво або будівництво за межами підприємства [34]

1.3. Функціонально-технологічний та управлінський регламент моніторингу надійності виконавців за етапами життєвого циклу девелоперського проєкту

У зв'язку з діяльністю фірм-девелоперів в будівництві як розпорядників ресурсів інвестора, щоб забезпечити відповідність організаційно-технологічних

та економічних моделей будівництва «новим завданням організації-девелопера щодо додержання вимог замовника в рамках девелоперської угоди» [35], слід оновити критеріальну базу таких моделей згідно з запровадженням поняття «функціонально-технологічна надійність» для підприємств та організацій-виконавців загально-будівельних та спеціальних робіт ³⁶.

«Поняття **«функціонально-технологічна надійність»** організацій-виконавців запроваджена як *комплексна категорія, що відображає інтегровані вимоги яка відображає широкий спектр вимог, які пред'являються до виконавців будівельного проєкту замовником, девелопером як щодо термінів та якості виконуваних робіт, так і щодо додержання вартісно-бюджетних умов при їх виконанні*». [37]

Аби зрозуміти, чи відповідає початковому плану додержання встановлених вимог в межах проєкту або програми, здійснюється поточне відслідковування результатів діяльності – *моніторинг* проєкту / програми. Коли проєкт дійшов свого логічного завершення, то належить оцінити його результати – здійснюється *оцінювання* проєкту чи програми. [³⁸]

Поняття "моніторингу проєкту/програми" та "оцінювання проєкту/програми". з'явилися в рамках теорії та практики управління проєктами та програмами, й протягом часу їхні визначення та значення еволюціонували. Однак, можна виділити декілька авторитетних джерел, які описують ці поняття та роблять акцент на їх відмінностях:

1. Міжнародна асоціація управління проєктами (PMI): PMBOK Guide (6-те видання) описує "моніторинг та контроль проєкту" як процес збору та аналізу даних про виконання проєкту для порівняння його з планом та вжиття заходів у разі відхилень. "Оцінювання проєкту" визначається як процес систематичного й формального збору та аналізу інформації про проєкт та його результати для визначення ступеня його успішності.
2. Project Management Institute: A Guide to Project Management описує "моніторинг проєкту" як процес збору та аналізу інформації про виконання проєкту для відстеження його прогресу та виявлення проблем. "Оцінювання

проєкту" визначається як процес систематичного збору та аналізу інформації про проєкт та його результати для визначення його ефективності та відповідності цілям.

3. Європейська організація з управління якістю (EOQ): European Model for Project Management (EMPM) модель описує "моніторинг проєкту" як процес збору та аналізу даних про виконання проєкту для порівняння його з планом та вжиття заходів у разі відхилень. "Оцінювання проєкту" визначається як процес систематичного й формального збору та аналізу інформації про проєкт та його результати для визначення його успішності та відповідності цілям.

Важливо зазначити, що: *моніторинг* є більш поточним та оперативним процесом, який фокусується на відстеженні прогресу проєкту та виявленні проблем на ранній стадії, а *оцінювання* є більш комплексним та формальним процесом, який проводиться після завершення проєкту або на його ключових етапах для визначення його загальної успішності та впливу. Відмінність між моніторингом та оцінюванням проєкту/програми узагальнено в табл. 1.5.

Таблиця 1.5.

Порівняння характеристик моніторингу та оцінювання проєкту/програми

Критерій	Моніторинг	
Час проведення	Постійно протягом проєкту	Після завершення проєкту або на його ключових етапах
Мета	Відстеження прогресу, виявлення проблем	Визначення успішності, впливу, відповідності цілям
Методи	Збір даних, аналіз даних, звітування	Збір даних, аналіз даних, оцінка, звітування
Результат	Інформація про поточний стан проєкту	Висновок про успішність проєкту
Вплив на проєкт	Можливість внесення коректив	Вплив на майбутні проєкти

Джерело: сформовано автором

Моніторинг є важливою складовою управління проєктами та програмами, що дозволяє відстежувати їхній прогрес, виявляти проблеми та вносити необхідні корективи. Існує декілька видів моніторингу, кожен з яких

фокусується на певних аспектах проєкту/програми та відповідає на конкретні інформаційні потреби (рис. 1.5):

– Моніторинг внеску фокусується на відстеженні ресурсів, які використовуються для реалізації проєкту/програми. Він дозволяє визначити, чи використовуються ресурси ефективно та відповідно до бюджету. Моніторинг внеску може включати такі показники, як: витрати на персонал, витрати на матеріали, витрати на обладнання, витрати на послуги сторонніх організацій.

– Моніторинг *якості* фокусується на оцінці якості продукції або послуг, які генеруються проєктом/програмою. Він дозволяє визначити, чи відповідає якість очікуванням та чи відповідає вона встановленим стандартам та може включати такі показники, як: кількість дефектів, рівень задоволеності користувачів, відповідність стандартам, час, необхідний для виправлення дефектів.

– Моніторинг *результатів* фокусується на відстеженні досягнення запланованих результатів проєкту/програми. Він дозволяє визначити, чи проєкт/програма йде за планом та чи досягаються поставлені цілі та може включати такі показники, як: кількість виконаних завдань, досягнуті етапи, виконані показники, виконані цілі.

– Моніторинг та *оцінка наслідків* фокусується на оцінці короткострокових та довгострокових наслідків проєкту/програми. Він дозволяє визначити, чи проєкт/програма мав бажаний вплив та чи він був економічно вигідним та можуть включати такі показники, як: зміна поведінки цільової аудиторії, зміна рівня життя, економічний вплив, екологічний вплив.



Рис.1.5. Схема формування етапів моніторингу проекту[39]

– Моніторинг та *оцінка впливу* фокусується на оцінці впливу проекту/програми на навколишнє середовище та на стейкхолдерів. Він дозволяє визначити, чи проєкт/програма мав позитивний чи негативний вплив та чи були вжиті необхідні заходи для пом'якшення негативного впливу та можуть включати такі показники, як: зміна якості повітря, зміна якості води, зміна рівня шуму, задоволеність стейкхолдерів.

Вибір виду моніторингу залежить від конкретних інформаційних потреб проекту/програми. Різні види моніторингу можуть проводитися одночасно. Результати моніторингу повинні використовуватися для внесення необхідних коректив у проєкт/програму, що в свою чергу, допомагає покращити ефективність проєкту/програми, підвищити якість продукції/послуг, досягти поставлених цілей, виміряти вплив проєкту/програми, приймати обґрунтовані рішення.

В рамках реалізації проєкту/програми виникає певне коло осіб та груп, що мають прямий або непрямий вплив на його перебіг та результати, що йменуються стейкхолдерами (від англ. stakeholder - особа (юридична або фізична), яка має певні інтереси, права або вимоги), мають власні інтереси, пов'язані з проєктом/програмою, та можуть впливати на його реалізацію (рис.1.6).

Важливо зазначити, що інтереси стейкхолдерів можуть бути як співпадаючими, так і суперечливими. В рамках управління проєктом/програмою необхідно чітко визначити коло стейкхолдерів. До основних категорій стейкхолдерів проєкту/програми належать внутрішні (керівництво та співробітники організації-замовника, виконавці проєкту/програми, фінансові та адміністративні служби організації-замовника) та зовнішні (інвестори та кредитори, користувачі результатів проєкту/програми, державні органи та регуляторні інституції, суспільство загалом), які по-різному зацікавлені в успішному завершенні проєкту/програми.

Ефективне управління стейкхолдерами проєкту/програми, що передбачає ідентифікацію їхніх інтересів та очікувань, розробку та реалізацію стратегії комунікації та залучення, врахування їхніх думок та пропозицій під час прийняття рішень, сприяє досягненню поставлених цілей, мінімізує ризики проєкту, підвищує рівень підтримки та збільшує ймовірність успішного завершення.



Рис.1.6. Схема учасників проекту будівництва [40]

Рівні надійності та траєкторії розвитку будівельних підприємств поділяються на три категорії: низький (загрозливий) стан, середній рівень (стабільність протягом недовгого часу) та високий рівень (довготривала стабільність). Кожна категорія характеризується певними ознаками, такими як фінансові труднощі, якість виконання робіт, дотримання термінів, кваліфікація кадрів, репутація на ринку та ймовірність успішного розвитку.

Важливо зазначити, що траєкторія розвитку будівельного підприємства не є статичною. Вона може змінюватися під впливом різноманітних факторів, як внутрішніх, так і зовнішніх. Тому важливо постійно моніторити та оцінювати стан надійності підприємства, вживати заходів для усунення проблем, сприяти його сталому розвитку. Такий підхід дозволить будівельним підприємствам підвищити свою конкурентоспроможність та досягти успіху на ринку.



Рис.1.7. Стани надійності та траєкторія розвитку будівельного підприємства як виконавця

Реалізація будівельного проєкту – це складний процес, який потребує ретельного планування, координації та управління. Важливою особливістю будівельних проєктів є те, що вони зазвичай реалізуються в динамічному середовищі, яке постійно змінюється під впливом різноманітних факторів.

Оточення проєкту (Project Environment), яке являє собою динамічну сукупність зовнішніх та внутрішніх факторів, що створюють ризики та невизначеності, значно впливає на його хід, зокрема через економічні (зміни вартості ресурсів), політичні (зміни законодавства), соціальні (зміни потреб), технологічні (нові матеріали та методи) та екологічні (стихійні лиха) фактори.

Динамічне середовище будівельного проєкту, яке характеризується виникненням нових ризиків, затримками та збільшенням бюджету, погіршенням якості та конфліктами між учасниками, може значно ускладнити його реалізацію, впливаючи на терміни, бюджет, якість та загальний успіх.

Ефективне управління динамічним середовищем будівельного проєкту, яке передбачає ретельне планування з урахуванням ризиків, гнучкість у

реагуванні на зміни, чітку координацію та комунікацію, постійний моніторинг та контроль, а також ефективний процес управління змінами, дозволяє мінімізувати ризики та невизначеності, забезпечуючи успішне завершення проєкту в межах бюджету та термінів.

ДБН В.1.2-14:2018 "Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів", ґрунтуючись на принципах та вимогах європейських норм та стандартів (ЄНС) у сфері будівництва, проявляється у відповідності структури та змісту, методах оцінки надійності та безпеки, вимогах до проєктування, будівництва та експлуатації, а також термінах та визначеннях ЄНС, що гарантує високий рівень оцінювання, гармонізацію з європейськими стандартами та зрозумілість для фахівців. Врахування вимог ЄНС при розробці ДБН В.1.2-14:2018 має ряд переваг:

- підвищує рівень надійності та безпеки будівельних об'єктів в Україні;
- знижує ризик виникнення аварій та інших небезпечних подій;
- сприяє економії ресурсів та енергії;
- полегшує вихід українських будівельних компаній на європейський ринок;
- підвищує інвестиційну привабливість України.

Важливо зазначити, що ДБН В.1.2-14:2018 не є повним аналогом ЄНС. Він враховує особливості українського будівельного ринку та кліматичні умови. Однак загальні принципи та вимоги ЄНС були збережені, що гарантує високий рівень надійності та безпеки будівельних об'єктів в Україні.

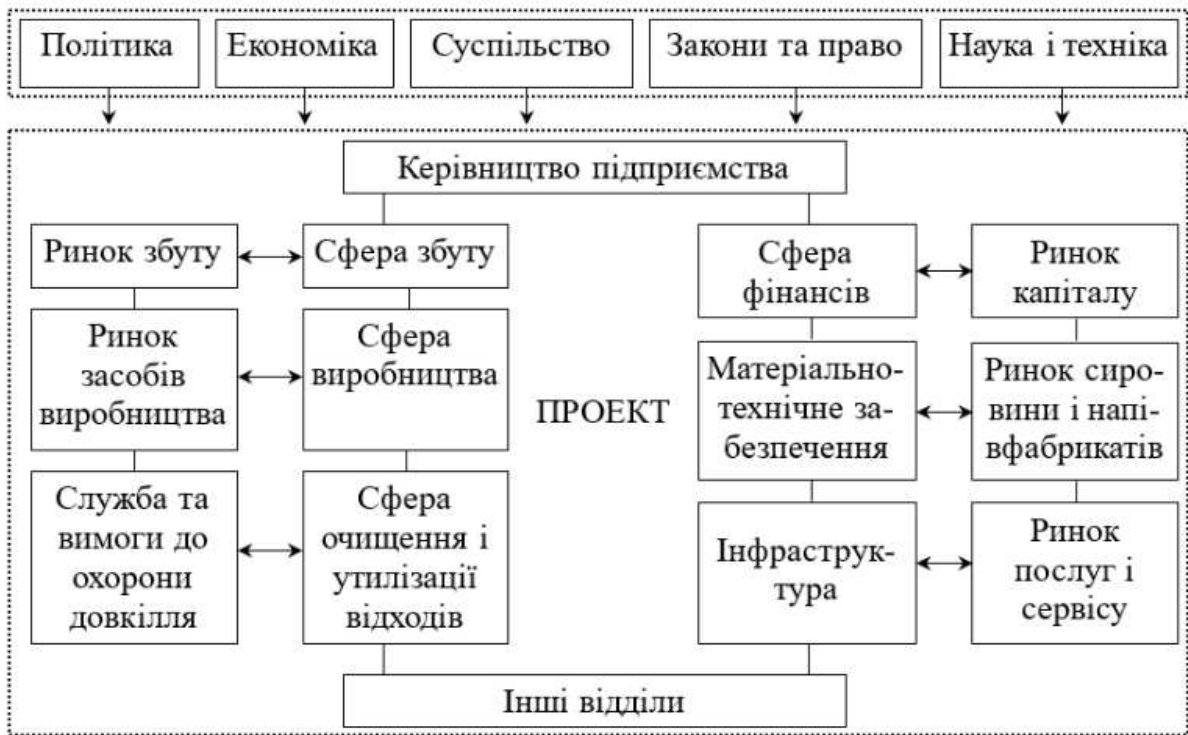


Рис.1.8. Схема оточення проекту [41]

При цьому, проект не є незмінним: деякі його елементи можуть в процесі реалізації переходити в зовнішнє середовище і навпаки. Частина елементів проекту можуть використовуватися і поза ним, наприклад фахівці, які окрім роботи над проектом вирішують низку інших задач в організації [42, с.30].

Життєвий цикл проекту – це час від моменту його задуму до моменту ліквідації. Життєвий цикл проекту (ЖЦП) – множина послідовних проектних фаз, чії найменування і кількість визначаються залежно від потреб контролю організації. Виділяють фази зародження, зростання, зрілості та завершення (рис.1.9). [43, с.12]



Рис.1.9. Фази життєвих циклів проекту і продукту[44]

У завданнях параметричної оцінки будівельних проєктів на різних стадіях життєвого циклу, оптимізаційні моделі, імовірнісні та статистичні методи, методи аналізу складних систем та імітаційне моделювання відіграють ключову роль, дозволяючи дати прийнятні оцінки інтегральних технічних, часових, вартісних характеристик, спрогнозувати їх імовірність, виявити їх залежність від проєктних рішень, визначити фактичні характеристики, порівняти їх з апіорними характеристиками проєкту, виробити проєктні рекомендації щодо корегування проєктних дій та визначити фактичне значення ОТН системи «виконавець-проєкт». Так, наприклад, один з найпоширеніших підходів у апіорному визначенні ОТН будівельного проєкту відноситься до задачі одноцільової оптимізації і стосується прогнозування імовірності виконання із заданим параметром (наприклад, завершення будівельного проєкту у заданий термін). У цьому випадку, для визначення ОТН у системі координат «виконавець-проєкт», розглядається статистична інформація про проєкти, в яких брав участь виконавець та на підставі отриманого статистичного матеріалу визначається рівень ОТН (РОТН) будівельного проєкту як імовірність р виконання робіт з апіорною тривалістю T , що не перевищує заданої тривалості проєкту $T_{П}$: $РОТН = p (T < T_{П})$. [45]

Недоліками вищевикладеної методики є труднощі у підготовці, наборі та обробці попередньої статистичної інформації про проекти виконавця, що обумовлює неповну або неточну оцінку ймовірності успішного завершення нового проекту. Недостатня кількість схожих проектів у портфоліо виконавця призводить до неточної оцінки ймовірності успіху нового проекту через нестачу статистичних даних. Наявність достатньої статистики, хоча й робить оцінку більш ймовірною, ставить нові проблеми, пов'язані з врахуванням унікальних особливостей та непередбачених ситуацій нового проекту. [46]

Показник POTH, хоча й корисний, не дає достовірної оцінки ОТН окремої проектної характеристики. Це обмежує його застосування та робить його недостатньо надійним для прийняття рішення про включення проекту до портфеля. [47]

Управлінський регламент моніторингу надійності проекту має ґрунтуватися на системних(базових) етапах планування самого проекту девелопменту, що включає в себе:

- робочі завдання та креслення за будівельним проектом;
- технічні та технологічні критерії;
- структуру декомпозиції робіт;
- детальний календарний план виконання проекту;
- матрицю відповідальності;
- організаційну структуру підприємств та проекту девелопменту;
- результати виконання інформаційної функції (графік-обмеження-завдання);
- зведену сітьову модель виконання проекту, що включає зведений календарний план, оцінку реалізованості, оцінку потреби в ресурсах.

В сукупності всі елементи системи управлінського регламенту мають бути підпорядковані вимогам бюджету проекту будівництва, що відображатиме елемент надійності взаємодії виконавців у межах встановлених нормативів (рис.1.10).

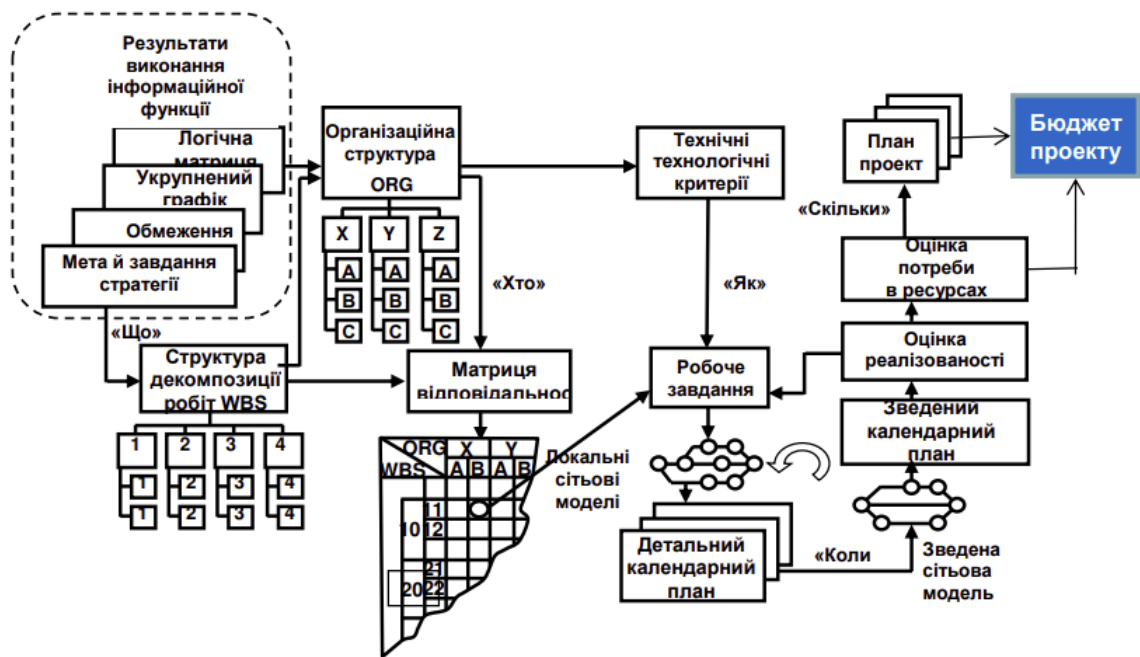


Рис.1.10. Сукупність етапів планування проекту, як базис управлінського регламенту надійності [48]

Кожен з системних елементів, з метою їх подальшого аналізу, виміру та управлінського моніторингу можна позначити через відповідний індикатор, перелік яких наведено на рис.1.11.

!	<p>Основними інструментами проектного менеджменту для структуризації проекту є:</p> <ul style="list-style-type: none"> ієрархічна структура декомпозиції робіт – WBS (<i>Work Breakdown Structure</i>) організаційна структура проекту – OBS (<i>Organizational Breakdown Structure</i>) матриця відповідальності – RAM (<i>Responsibility Assignment Matrix</i>) структура ресурсів – RBS (<i>Resource Breakdown Structure</i>) структура вартості – CBS (<i>Cost Breakdown Structure</i>)
!	<p>Структуризація проекту може здійснюватися за такими ознаками:</p> <ul style="list-style-type: none"> видами виконуваних робіт відповідальними виконавцями ресурсами залежно від специфічних вимог (наприклад, згідно з методичними рекомендаціями Всеукраїнського конкурсу проектів і програм розвитку місцевого самоврядування, вимог замовника, інвесторів)

Рис.1.11. Індикатори системи управлінського моніторингу
 При цьому, варто відмітити, що по мірі зростання управлінського впливу рівень відповідальності за розробку організаційно-технологічних рішень збільшується, що вимагає більш ретельного дослідження оптимальності

альтернативних рішень, як з точки зору їх якості та надійності, так і з позиції оцінки їх вартості в умовах невизначеності (ризиків).

Тобто це вимагає комплексності та інтегрованості в управлінні будівельними процесами, з урахуванням впливу багатьох факторів [49].

Принципами управління, які мають забезпечити таке управління є:

– принцип послідовності: взаємодія маркетингу, організації, виробництва в процесі розробки організаційно-технологічних рішень;

– принцип гнучкості: застосування для параметрів проєкту механізму їх постійного коригування, для врахування факторів невизначеності;

– принцип модульності: застосування стандартної організації і технології роботи в межах проєкту;

– принцип рівномірності: можливість використання для управління параметрами проєкту єдиного інформаційного механізму;

– принцип ефективності: забезпечення проєктних параметрів, що задовольняють вимогам рентабельності. [50]

У структурі системи моніторингу проєкту можуть бути виділені наступні підсистеми (табл. 1.10):

Таблиця 1.10.

Аналіз підсистем функціонально-технологічного та управлінського моніторингу проєкту

Організаційна форма	Опис	Переваги	Недоліки	Приклади
Створення відокремленого організаційного підрозділу	Створення нового структурного підрозділу, який буде нести відповідальність за всі аспекти моніторингу та оцінки проєктів.	Високий рівень спеціалізації, незалежність, ефективність.	Високі витрати, дублювання функцій, бюрократія.	Департамент моніторингу та оцінки, Офіс моніторингу та оцінки проєктів, Бюро моніторингу та аудиту.
Дисипативний моніторинг (англ. Dissipated monitoring & evaluation)	Розподіл відповідальності за моніторинг та оцінку проєктів між різними підрозділами та співробітниками	Економічність, гнучкість, залученість.	Відсутність координації, дублювання зусиль, відсутність відповідальності.	Використання функціональних фахівців, залучення керівників проєктів, використання

	організації.			інструментів самооцінки проєктів.
Робоча група з моніторингу (англ. Working group)	Створення тимчасової робочої групи, яка буде відповідати за моніторинг та оцінку конкретного проєкту.	Гнучкість, залученість, ефективність.	Відсутність стійкості, обмежені ресурси, дублювання зусиль.	Робоча група з моніторингу будівництва нового офісного центру, робоча група з моніторингу впровадження нової системи CRM.
Комісія з моніторингу (англ. Monitoring committee)	Створення постійної комісії, яка буде відповідати за моніторинг та оцінку групи проєктів або програм.	Системний підхід, високий рівень авторитету, можливість порівняння проєктів.	Жорсткість структури, високі витрати, бюрократія.	Комісія з моніторингу реалізації інвестиційних проєктів, комісія з моніторингу виконання державних програм.
Автоматизована система моніторингу проєкту (англ. Virtualized monitoring & evaluation system)	Використання програмного забезпечення та інших інструментів для автоматизації процесу моніторингу та оцінки проєктів.	Економічність, швидкість, об'єктивність.	Залежність від технологій, високі початкові витрати, можливі помилки.	Система моніторингу виконання бюджету проєкту, система моніторингу ризиків проєкту, система моніторингу задоволеності клієнтів.

Джерело: розроблено автором

Функціонально-технологічний та управлінський моніторинг проєкту можуть розглядатися як система, що збирає, аналізує і передає інформацію про поточний стан проєкту кінцевим користувачам, забезпечуючи надійність процесів реалізації виконання будівельного проєкту всіма учасниками-виконавцями [51]

Висновки до Розділу 1

1. Визначено, що з урахуванням пріоритетності взаємодії в системі будівництва об'єкта, таких підсистем, як технологічна та організаційна, необхідним є перегляд та розвиток методів розробки організаційно-технологічного забезпечення як в середині будівельного підприємства так і в процесі взаємодії організацій-виконавців будівельних проєктів. Специфіка будівельного процесу характеризується значною кількістю факторів, які негативно впливають на техніко-економічні показники будівництва, лівова частка яких полягає в недостатній якості організаційно-технологічних рішень.
2. Встановлено, що у розрахунках під час прийняття відповідних організаційно-технологічних рішень доцільно визначати надійність як одиничного показника за кожною з величин, що входять до розрахунку, так і комплексного показника надійності, встановленого на базі залежності одиничних показників. Все це зорієнтовано на оцінку надійності підприємства як складної системи, яка визначається за допомогою діагностування всіх рівнів фінансово-виробничої діяльності організацій.
3. Систематизовано базові дефініції дослідження, серед яких виділено ключові: надійність технічних об'єктів, організаційно-технологічна надійність будівельного виробництва, організаційно-технологічна надійність будівництва, надійність досягнення кінцевого результату будівельного проєкту як функція «реалізованості плану» та «надійності виконавців», механізм забезпечення надійності інвестиційних проєктів, надійність як характеристика проєктної команди.
4. Встановлено, що організаційно-технологічна складова девелопменту у будівництві визначається ефективністю системи управління в цілому та залежить від якості процесів планування і підготовки, їх адаптивності, інтеграції сучасних технологій у виробничий процес, моніторингу і оцінки виконання робіт. Вона відіграє ключову роль у успішній реалізації будівельних проєктів, особливо на передінвестиційно-підготовчій фазі життєвого циклу

проєкту, адже саме на цьому етапі закладаються основи для подальшого розвитку та експлуатації об'єкта.

5. Поняття «функціонально-технологічна надійність» організацій-виконавців запроваджена як комплексна категорія, яка характеризується здатністю протягом усього життєвого циклу проєкту виконувати договірні зобов'язання щодо термінів та якості виконуваних робіт, так і щодо додержання вартісно-бюджетних умов при їх виконанні, застосовувати сучасні технології, дотримуватися норм безпеки та екології, вчасно реагувати на зміни, вирішувати конфлікти та забезпечувати експлуатаційну придатність об'єкта, що є ключовими факторами, які впливають на якість, терміни, вартість, безпеку, екологічність та задоволеність учасників проєкту, і оцінюється на основі досвіду, кваліфікації, технічного забезпечення, фінансового стану, виконання зобов'язань, а підвищення ФТН досягається шляхом впровадження сучасних систем управління, розвитку персоналу, модернізації бази, залучення фахівців, вдосконалення контролю та створення сприятливого середовища, і таким чином забезпечує успішну реалізацію будівельних проєктів та досягнення їх цілей.

6. Управлінський регламент моніторингу надійності проєкту визначено як такий, що має ґрунтуватися на системних (базових) етапах планування самого проєкту девелопменту, що включає в себе: робочі завдання та креслення за будівельним проєктом; технічні та технологічні критерії; структуру декомпозиції робіт; детальний календарний план виконання проєкту; матрицю відповідальності; організаційну структуру підприємств та проєкту девелопменту; результати виконання інформаційної функції; зведену сітьову модель виконання проєкту, що включає зведений календарний план, оцінку реалізованості, оцінку потреби в ресурсах. Доведено, що функціонально-технологічний та управлінський моніторинг надійності проєкту можуть розглядатися як система, що збирає, аналізує і передає інформацію про поточний стан надійності як самого проєкту так і учасників-виконавців

кінцевим користувачам, забезпечуючи загальний рівень надійності процесів реалізації девелоперського будівельного проєкту.

7. Доведено нагальність постановки та вирішення азрілого науков-прикладного завдання - розробити комплекс оцінювання стану та адміністрування процесами функціонально-технологічне забезпечення надійності виконавців в циклі та середовищі девелоперських будівельних проєктів (ДБП). Спрямувавши таку розробку на аналітичне виявлення та адміністрування рівня надійності організацій-виконавців будівельних проєктів, девелопер може забезпечити надійність виконання відповідного ДБП

8. Обґрунтовано, що підприємства-виконавці будівництва повинні відповідати наступним вимогам щодо функціонально-технологічної та виконавчої надійності:

- ✓ підприємство (організація) як потенційний учасник повинно мати достатній досвід і кваліфікацію у виконанні будівельних проєктів, зокрема у врахуванні специфіки робіт під час воєнного часу;
- ✓ організація-виконавець має використовувати лише високоякісні будівельні матеріали, які забезпечують довговічність та надійність конструкцій;
- ✓ обов'язкове успішне дотримання всіх вимог і стандартів, що регулюють будівельну діяльність, зокрема стосовно безпеки та якості будівництва;
- ✓ підприємство-виконавець має бути спроможним дотримувати систематичний контроль якості виконання робіт і використання матеріалів з метою уникнення дефектів та забезпечення надійності споруд;
- ✓ підприємство повинно мати забезпечувати готовність до дій в умовах форс-мажорних обставин, з врахуванням плану-графіків екстрених заходів та реагування на непередбачені обставини, які можуть виникнути під час будівництва в умовах воєнного конфлікту;
- ✓ підприємство повинно мати успішну та маневрену організаційну структуру управління, спроможну забезпечити налаштування даного будівельного підприємства до виконання відведеного підприємству комплексу

та фронту робіт, успішну взаємодію підприємства з іншими учасниками девелоперського середовища проєктів будівництва.

Відповідно до цих вимог, підприємство-виконавець будівництва може гарантувати високу функціонально-технологічну та виконавчу надійність своїх проєктів.

9. Визначено, що під час розгляду відповідних організаційно-технологічних рішень доцільно враховувати надійність як одиничного показника для кожної з величин, що враховуються, так і комплексного показника надійності, що базується на взаємозв'язку окремих показників. Це спрямовано на оцінку надійності підприємства як складної системи за допомогою діагностування всіх рівнів його фінансово-виробничої діяльності.

В процесі систематизації базових дефініцій дослідження обґрунтовано важливість взаємодії таких підсистем в організації будівництва як технологічна та організаційна - як усередині будівельного підприємства, так і під час взаємодії організацій-виконавців будівельних проєктів. На підставі такого обґрунтування надано систематизацію базових дефініцій дослідження. Дефініцію «функціонально-технологічна надійність» (ФТН) щодо організацій-виконавців застосовано як комплексну категорію, яка відображає широкий спектр вимог, які пред'являються до виконавців будівельного проєкту замовником, девелопером або генеральним підрядником щодо термінів та якості виконуваних робіт, а також щодо дотримання вартісно-бюджетних умов участі виконавця в циклі ДБП. Термін ФТН вказує на те, що діагностично-оцінювальний підхід та засоби оцінки спрямовані на оцінку здатності конкретної організації виконувати покладену на неї роботу у циклі девелоперського проєкту. Це також враховує на можливість широкого аналізу переваг і недоліків діяльності організації-виконавця як учасника проєкту для замовника і девелопера, як суб'єкта господарювання, а також як структури адміністрування та представника певного іміджу.

Розділ 2. Методичний підхід до вияву та коригування рівня системної надійності організацій-виконавців будівництва

2.1. Методичні компоненти формування діагностико-інформаційної підсистеми забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців як провідної складової запобігання деструктивним впливам при реалізації проєкту

Інноваційні методи гарантування надійності ґрунтуються на висновках фізики руйнувань та принципово новій філософії безвідмовної роботи, яка висуває принципово нові вимоги до проєктувальників та виробників, ґрунтуючись на засадах надійнісно-орієнтованого управління процесами проєктування, виготовлення та експлуатації будівельних об'єктів. [52].

Визначення надійності в оцінці результату передбачає в необхідних випадках для забезпечення заданого результату структурну перебудову системи та функціональну підміну ненадійних або відмовлених елементів іншими, які раніше виконували інші функції, що ґрунтується на послідовності дій перспективного розвитку в управлінні виробничими системами, відображеної через перелік повних функцій управління, які є системою стереотипів (трафаретних, звичних дій) стосунків і перетворень між інформаційними модулями цієї системи, де інформаційний модуль управління – це інформаційний стан, який в ту або іншу сторону змінює міру цього елемента, що призводить до нового матеріального змісту цього елемента, адже будь-яка передача інформації від одного елемента до іншого є впливом, що управляє.

Павлов І. Д., Полтавець М. О., Павлов Ф. І. в роботі «Системологічне управління виробничими системами в будівництві» запропонували сім інформаційних модулів управління виробничими системами:

- ✓ перший інформаційний модуль (ψ_1) – оцінка стану управління об'єктом;
- ✓ другий інформаційний модуль (ψ_2) – визначення власного стану суб'єкту управління;

- ✓ третій інформаційний модуль (ψ_3) – визначення стану сусідніх об'єктів, з якими виконується взаємодія;
- ✓ четвертий інформаційний модуль (ψ_4) – стан довкілля, в якому виконується взаємодія елементів системи;
- ✓ п'ятий інформаційний модуль (ψ_5) – стан структури, яка здійснює управління (суб'єкт управління);
- ✓ шостий інформаційний модуль (ψ_6) – вказівки та обмеження від більш вищих структур управління;
- ✓ сьомий інформаційний модуль (ψ_7) – розрізнення-методологія (усвідомлення процесу управління системою через поєднання всіх сімох інформаційних модулів). [53]:

Реалізація повного набору функцій управління виробничою системою (X1-X7) можлива лише за умови впровадження інтелектуальної схеми управління, яка передбачає творчий підхід до управління з боку системи та наявність інтелектуальних здібностей у керівника, який повинен вирішити наступні завдання, представлені на рис. 2.1.

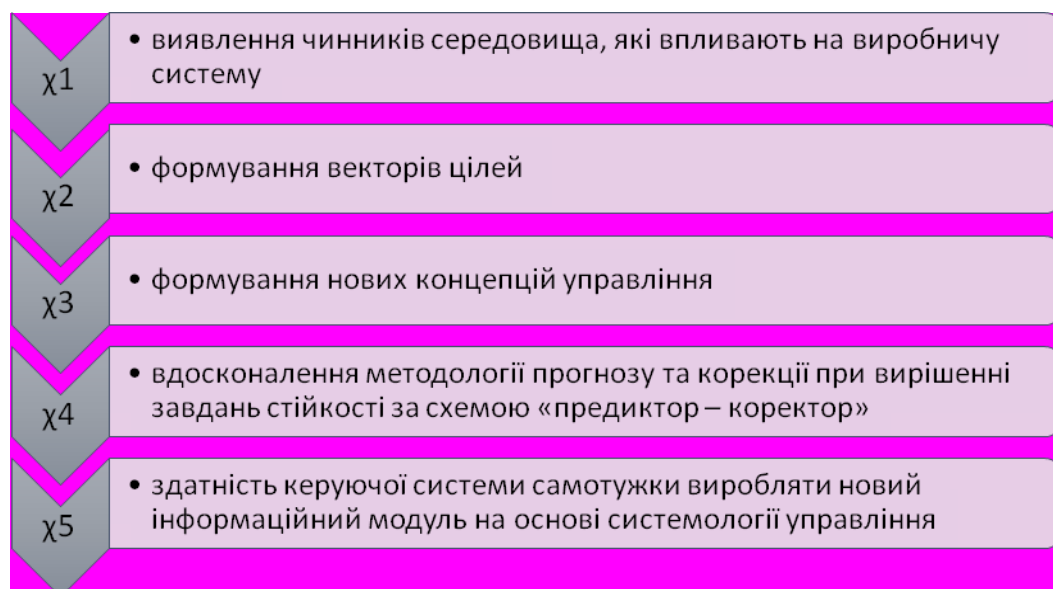


Рис.2.1. Систематизація завдань (компонент) управління рівнем надійності
Джерело: сформовано за [53]

Найбільшого поширення набули інтелектуальні системи організації будівництва, які використовуються в сучасних виробничих системах:

1. BIM-системи (Building Information Modeling) -системи дозволяють створювати віртуальні 3D-моделі будівельних об'єктів, які містять всю інформацію про проєкт, від архітектурних рішень до інженерних систем, які використовуються для планування, проєктування, будівництва та експлуатації будівельних об'єктів та дозволяють оптимізувати процеси будівництва, підвищити його якість та знизити ризики.
2. Системи управління будівельним проєктом (Project Management Software) допомагають планувати та контролювати всі аспекти будівельного проєкту, включаючи терміни, ресурси та бюджет; дозволяють відстежувати хід виконання робіт, виявляти проблеми та приймати обґрунтовані рішення та можуть бути інтегровані з BIM-системами для більш ефективного управління інформацією.
3. Системи моніторингу та аналітики збирають дані про стан будівельного об'єкта в режимі реального часу, такі як температура, вологість, вібрації та інші параметри, які аналізуються для виявлення потенційних проблем та дозволяють запобігти аваріям та продовжити термін експлуатації будівельних об'єктів.
4. Системи управління ланцюгом постачання (Supply Chain Management Systems), дія яких спрямована на оптимізацію процесу постачання матеріалів та обладнання на будівельний майданчик, дозволяють відстежувати запаси, планувати закупівлі та мінімізувати ризики перебоїв у постачанні та можуть бути інтегровані з BIM-системами для більш ефективного управління інформацією про матеріали.
5. Системи штучного інтелекту (Artificial Intelligence), які використовуються для автоматизації рутинних завдань, таких як аналіз проєктної документації, розрахунок кошторису або планування графіків робіт; використовуються для прогнозування ризиків, прийняття рішень та оптимізації процесів будівництва та мають великий потенціал для підвищення продуктивності та ефективності будівельної галузі.

Управління виробничими системами може вдало виконуватись за допомогою структурно-логічної комплексної моделі управління виробничою системою (рис.2.2).

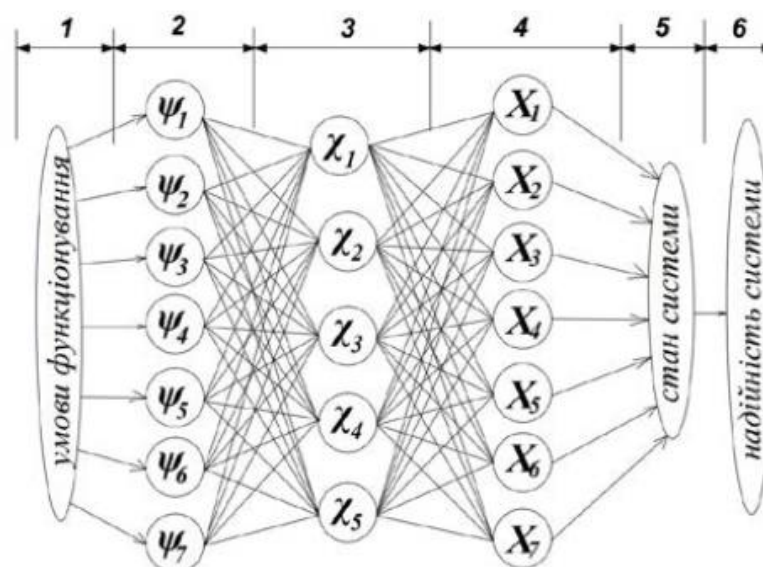


Рис.2.2. Структурно-логічна комплексна модель управління діагностико-інформаційною підсистемою надійності виконавців [53]

Структурно-логічна комплексна модель на рис. 3, що відображає взаємозв'язок інформаційних модулів, повних функцій управління системами надійності та поєднує стани перспективного розвитку системи шляхом шести фаз (від фази умов навколишнього середовища системи до фази цільових можливостей системи або надійності системи), використовує оптимізаційні заходи з підвищення організаційно-технологічної надійності, представлені на рис. 4, для досягнення очікуваних станів системи.

Визначення надійності в оцінці результату, що передбачає в необхідних випадках для забезпечення заданого результату структурну перебудову системи та функціональну підміну ненадійних елементів іншими, які раніше виконували інші функції, ґрунтується на використанні оптимізаційних заходів з підвищення організаційно-технологічної надійності, запропонованих реалізовувати за розробленою структурно-логічною схемою, яка являє собою механізм протидії ризиковим ситуаціям та їх наслідкам і необхідна для підвищення надійності всього будівельного процесу.

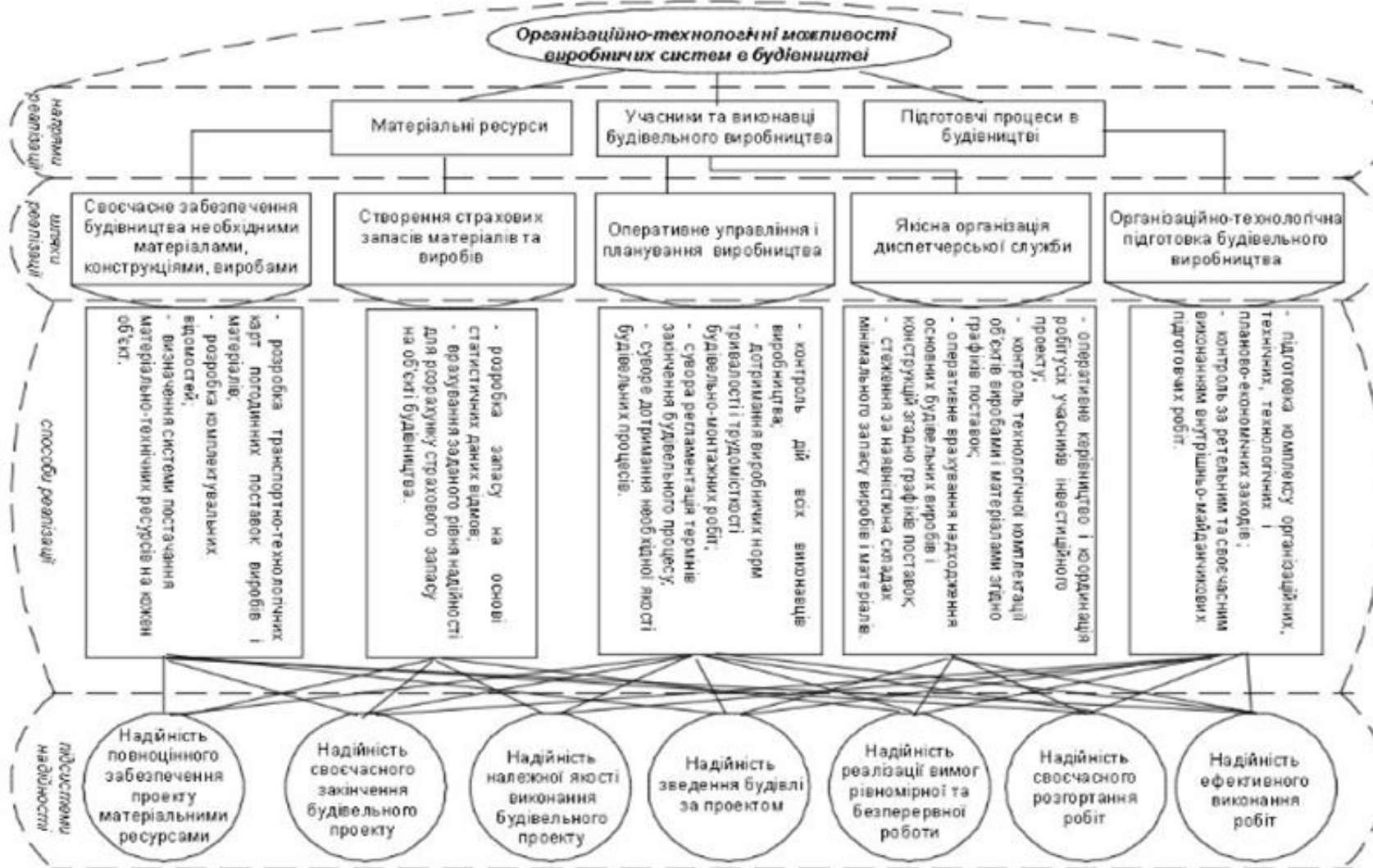


Рис.2.3. Структурно-логічна оптимізаційна схема з системної реалізації організаційно-технологічних можливостей виробничих систем в будівництві [53]

Аналіз останніх досліджень у питаннях надійності виконання як окремих робіт, так і календарних планів у цілому, свідчить, що більшість із них присвячена питанням організаційних заходів щодо компенсації негативних відхилень у роботі, у той же час питання визначення раціонального рівня надійності для будівельних проєктів залишається відкритим.

Проаналізувавши рекомендації щодо цього, отримуємо діапазон від 0,35 до 0,9, це свідчить про відсутність обґрунтованого підходу у цьому питанні.

Маючи дані різних дослідників стосовно рекомендованого рівня ОТН, розглянемо їх як погляд експертів і визначимо діапазон, який погоджують найбільша кількість з них (табл.2.1).

Таблиця 2.1

Зведені дані щодо рекомендованого рівня ОТН

Джерело	Діапазон	Шкала вірогідності						
Разумов І.М [54]	0,3-0,5							
АбдулаєвГ.І. [55]	0,9							
MieczysławPołoński [56]	0,8							
C.F. Flyvbjerg, B.A. Skaksen, J.L. Buhl [1]	0,69							
ТомаєвБ.М. [57]	0,7-0,8							
Пеньковцева Л.І. [58]	0,5-0,71							
ІвановІ.В. [59]	0,67-0,77							
ГоленкоД.І. [60]	0,7-0,8							
Надійність, %	-	30	40	50	60	70	80	90
Частота	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1

Джерело: сформовано автором на основі аналізу наведених джерел

Із наведеного випливає, що найбільш узгоджений діапазон 0,7...0,8. У той же час було б доцільно обґрунтувати рівень надійності не тільки експертним, а й аналітичним шляхом. Безумовно, для більш надійного виконання плану треба мати певний запас відповідних матеріальних та фінансових ресурсів, але в управлінському процесі є ще один найважливіший ресурс, який повинен мати у своєму розпорядженні суб'єкт управління – це інформація.

Розраховуючи показник рівня надійності, потрібно встановити прийнятний рівень точності визначення контрольованого параметра, чи то час, чи показник економічної ефективності. Вочевидь, чим менший рівень точності, тим менша різноманітність станів цієї системи і відповідно менший обсяг потрібної для

цього інформації. Слід очікувати, що за певних умов для визначення стану системи обсяг потрібної інформації буде нарощувати інтенсивність її зростання. Завдання полягає у визначенні тих умов [208]

Як відомо з теорії інформації [61; 62], її кількість дорівнює зменшенню ентропії системи, чим більша ентропія, тим більше інформації треба отримати для визначення стану системи. Ентропія системи, стан якої описується нормальним розподілом, складає:

$$H(X) = \log \left[\frac{\sqrt{2\pi\ell}}{\Delta x} \sigma \right] \quad (1),$$

де Δx - прийнята точність визначення значення контрольованого параметра X (рис. 1)

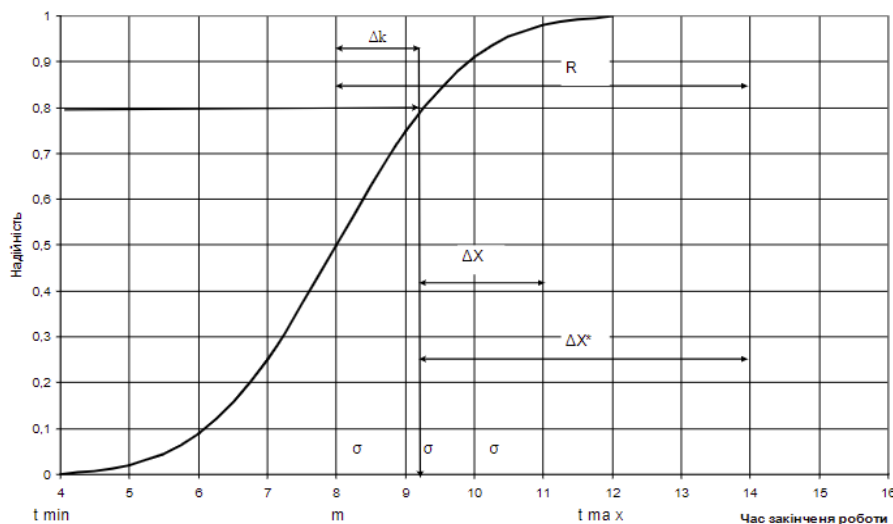


Рис.2.4. Функція розподілу часу завершення роботи з можливими варіантами визначення параметра Δx [63]

Значення Δx розраховується при відомій абсолютній похибці вимірювання $X\beta = (x - \varepsilon; x + \varepsilon)$, де $X\beta$ - довірчий інтервал; β - довірна ймовірність.

Надалі застосуємо відому теорему про ймовірність попадання випадкової величини, яка підпорядкована нормальному закону, на задану ділянку.

$$P(\alpha < x < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - m}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - m}{\sigma}\right)$$

Спираючись на правило трьох сигм, запишемо: $\beta = m + 3\sigma$, тоді:

$$P(\alpha < x < \beta) = \Phi(z) - \Phi\left(\frac{\alpha - m}{\sigma}\right) \quad (2)$$

Для подальших викладок приймемо $m = 0$; $\sigma = 1$.

При незмінному значенні $x\Delta$ ентропія системи буде зростати при зростанні σ , але якщо задовольняється умова $x\Delta = \sigma$, ентропія системи буде залишатися незмінною.

Досить часто у складі календарного плану окремі роботи чи їх ланцюжки мають певний резерв часу R (рис.1), що зменшує напруженість виконання цих робіт. У такому разі значення параметра Δ збільшується на величину резерву часу відносно роботи, яка має $R = 0$.

$$\Delta X^* = R - \Delta k$$

Де, у свою чергу Δk визначається як:

$$P(m < x < \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - m}{\sigma}\right) - \Phi(0) \quad \Phi\left(\frac{\beta - m}{\sigma}\right) = F \quad (3) \quad (4)$$

Побудуємо графік залежності точності визначення контрольованого параметра $x\Delta$ від бажаного рівня надійності його досягнення (рис.2.5).

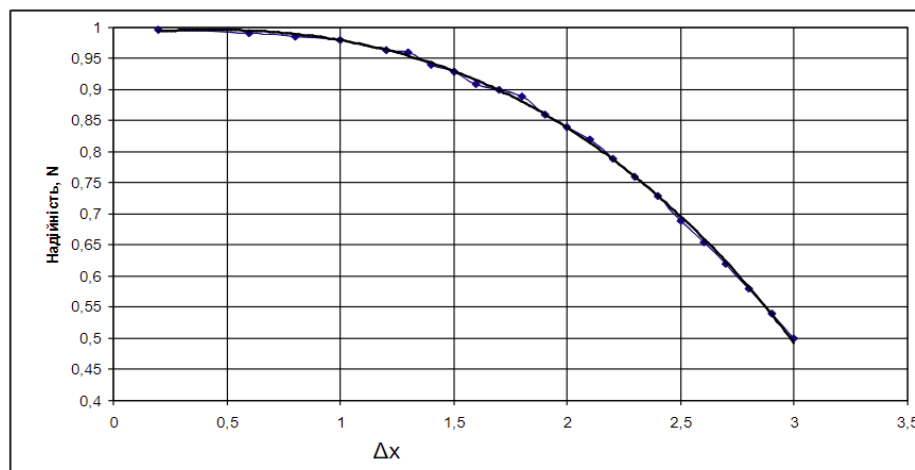


Рис.2.5. Вплив інтервалу точності розрахунку параметра на визначення рівня надійності його досягнення [64]

Звернемось до відомої теореми В.Б.Алесковського [65], яка обґрунтовує зв'язок інформації (I) і ентропії (S) у вигляді:

$$I + S = \text{const}$$

Якщо цей вираз розглядати з імовірнісної точки зору, він набуває вигляду

$$I + S = 1$$

Складові у формулі (6) мають імовірнісну природу, тож, виходячи з цього, будемо вважати:

- рівень інформації впливає на зростання рівня надійності досягнення кінцевого результату (ототожнюємо інформацію з негентропією $I-NE$);
- рівень ентропії ототожнюємо з ризиком.

На рисунку 3 позначені ці зони. За такого підходу з'являється можливість розрахувати значення ентропії і негентропії для кожного рівня надійності.

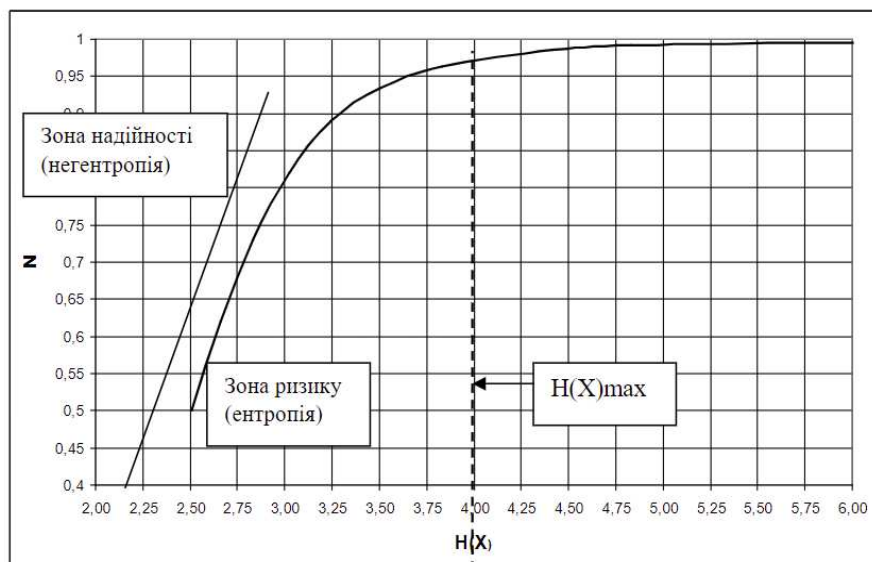


Рис.2.6. Залежність рівня ентропії системи від рівня надійності досягнення кінцевого результату [66]

Маючи змогу розрахувати потрібний рівень негентропії для заданого рівня надійності завершення робіт, отримаємо можливість визначити обсяги управлінської роботи за етапами календарного плану робіт і окреслити окремі її періоди часу ентропії системі, що потребує додаткових управлінських зусиль. Маючи таку інформацію, суб'єкт управління заздалегідь має додаткові параметри, впродовж яких має можливість накопичити резерви і приготуватись до цих етапів. [67]

З метою детального визначення компонент формування діагностико-інформаційної підсистеми забезпечення надійності виконавців побудуємо блок SADT-моделі - контекстну діаграму (рівня А-0) основного процесу – функціональної задачі (рис.2.7).



Рис.2.7. Контекстна діаграма SADT-моделі (рівня А-0) [68]

На «вході» цієї моделі – завдання щодо необхідності оцінювання доцільності впровадження інвестиційного проекту і ресурси підприємства. У моделі використовуються такі інструменти управління, як: нормативно-правова база; нормативи; стандарти якості та екологічності, методика оцінювання інвестиційних проектів та інші вказівки. Механізмами забезпечення є персонал (у т.ч. управлінський), інфраструктура, технічне програмне та інформаційне забезпечення. Після перетворення «входу» під час дії «управління» за допомогою наявних «механізмів» отримуємо «результат» – висновок про можливість, результативність та ефективність реалізації девелоперського проекту. [69, с.150].

Наступний етап (рис.2.8) - декомпозиція контекстної діаграми, що полягає в уточненні загальної функції, сутності процесу, розбиваючи основну функцію на декілька підпорядкованих їй функцій. При цьому інтерфейсні дуги

переходять із контекстної діаграми на декомпозуючу з урахуванням закладеного змісту. Блоки між собою пов'язані послідовними діями, що дозволяє наглядно проілюструвати рух інформаційних потоків.

Представлена модель IDEF0 рівня A0 (рис. 2) включає в себе такі процеси: встановлення об'єктів капіталовкладень (ділянка, цех, виробництво та ін.); комплексне оцінювання варіантів інвестування та аналіз їхньої доцільності; прийняття рішення та оформлення документації про проєкт; формування процедури реалізації; контроль за процесом проєкту та ризиками [69].

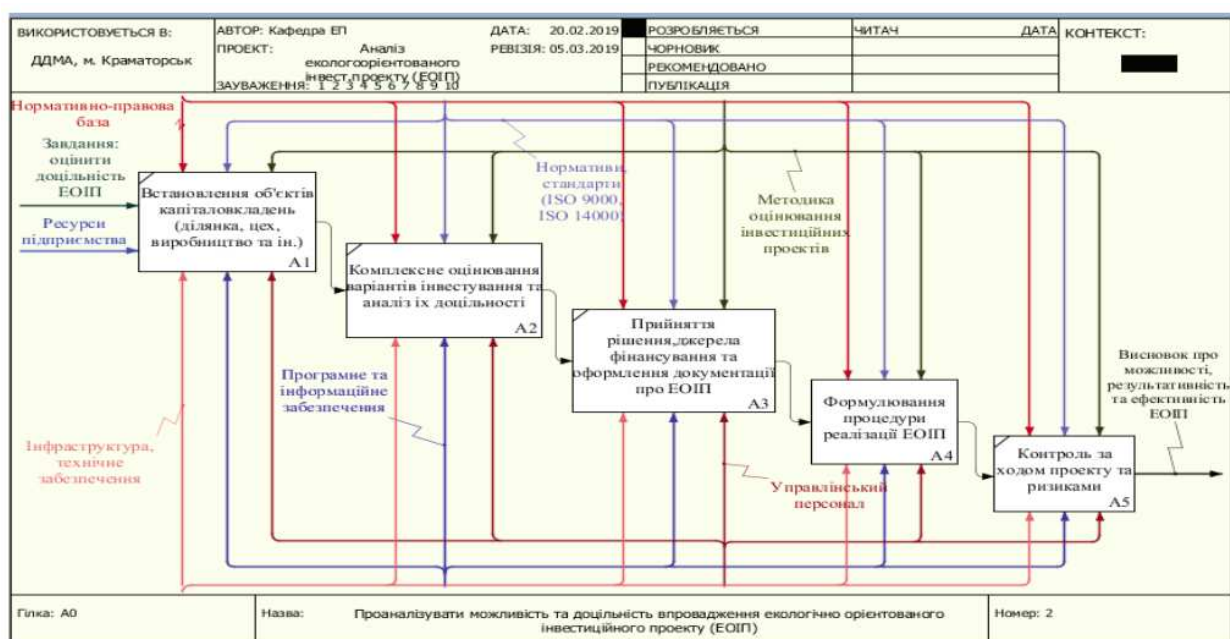


Рис.2.8. Декомпозиція контекстної діаграми в стандарті IDEF0 рівня А-0
Примітка: декомпозиція блоку А4 проведена відповідно до базових положень проєктного аналізу [69]

Наступний елементом моделювання процесу є декомпозиція функціонального блоку «Передінвестиційна фаза», яка (рис.2.9) включає такі етапи [208, с.339]:

- 1) передідентифікація: стадія визначення інвестиційних можливостей;

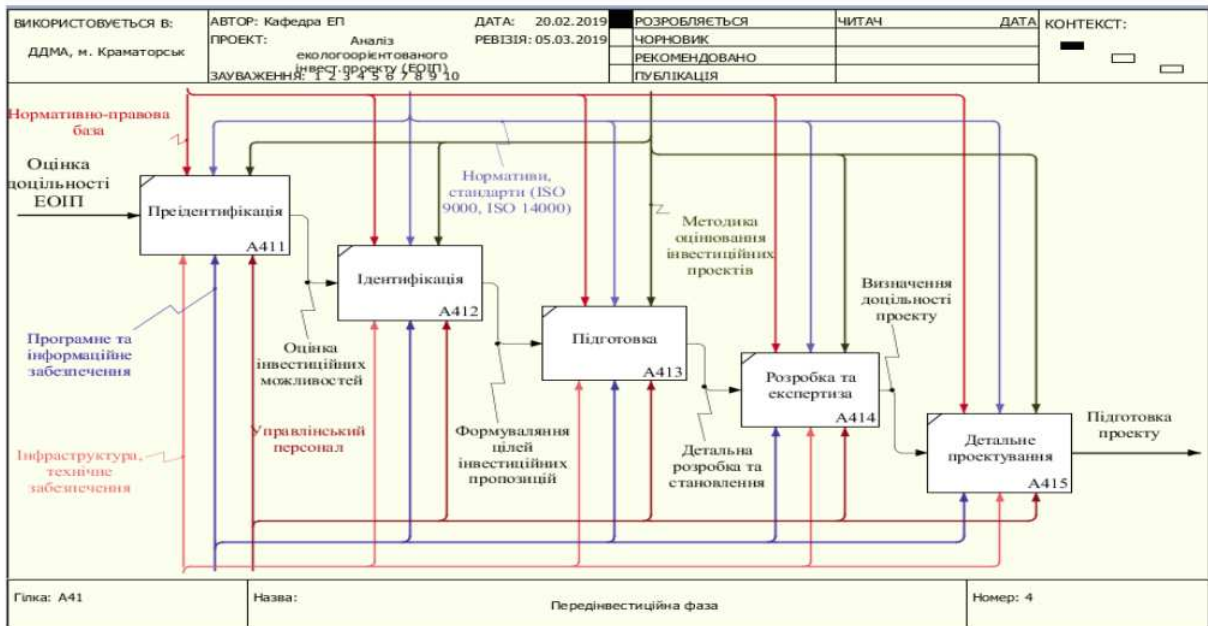


Рис.2.9. Декомпозиція функціонального блоку «Передінвестиційна фаза»

Джерело: [12]

2) ідентифікація: проводиться вибір цілей проекту, визначення його завдань, які забезпечують виконання найважливіших планів, складається перелік усіх можливих ідей, здатних забезпечити виконання цілей економічного розвитку, відбір проектів здійснюється шляхом зіставлення можливих результатів від реалізації різних проектів [70];

3) підготовка: ранжування і відбір існуючих варіантів проекту, які потрібно передати для детальної розробки, та його становлення;

4) розроблення та експертиза: готується вся інформація, необхідна для прийняття рішення про інвестування; визначаються можливості здійснення або обґрунтованість проекту загалом та за його окремими параметрами: технічна здійснюваність, вплив на довкілля, ринкова ефективність, інституційна прийнятність, соціальні аспекти, фінансова та економічна цінність;

5) детальне проектування: проводиться розроблення функціональної схеми і плану промислового підприємства, які необхідні для випуску конкретної продукції, а також визначаються обсяги відповідних інвестиційних витрат, а також витрат, що виникають на етапі експлуатації [71].

Враховуючи все вищенаведене, на підставі побудованих функціональних діаграм бізнес-процесів проекту з'являється можливість регламентувати усі

етапи програм розвитку, у т.ч. врахування функціонально-технологічної надійності виконавців, зниження деструктивного впливу процесів відхилення у будівництві, раціонального використання фінансових ресурсів тощо, а також прогнозувати та планувати процеси інвестування у майбутньому, формувати стратегію поліпшення інвестиційної привабливості та інвестиційного іміджу підприємства, на основі надійнісних характеристик виконавців.[72]

Час виконання будь-якої будівельно-монтажної роботи розглядали як похідну від заданого обсягу робіт та інтенсивності їх виконання (продуктивності виконавця). Доведено, що продуктивність виконання робіт з урахуванням імовірнісної природи виробничих процесів описують нормальним законом розподілу. Діапазон розсіювання інтенсивності виконання роботи визначається її межами між максимальним (оптимістичним) і мінімальним (песимістичним) значеннями, які визначаються технічними та організаційно-технологічними умовами. Відтворимо залежність, яку аналізуємо, в графічному вигляді (рис.2.10).

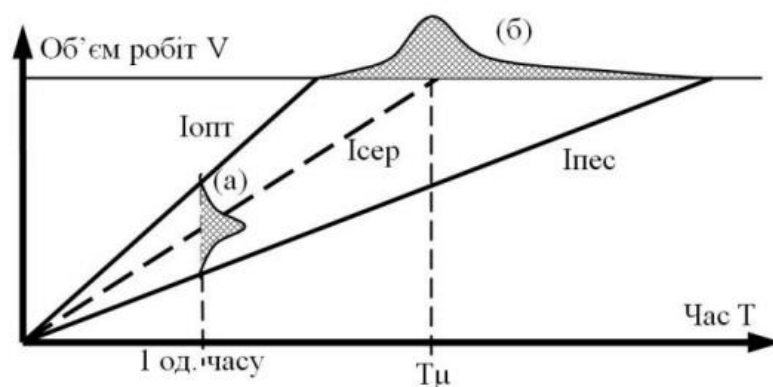


Рис.2.10. Геометрична інтерпретація асиметричного закону розподілу часу виконання робіт (б) за нормального закону розподілу інтенсивності їх виконання (а): ПЕС, ІОПТ, ІСЕР – песимістична, оптимістична та середня інтенсивності виконання робіт.[73]

На базі врахування ймовірнісної природи виконання робіт розроблена карта оцінки управлінської реалізованості, за допомогою якої можна розрахувати необхідну в той чи інший момент часу інтенсивність виконання робіт для завершення їх в окреслений строк зі заданою ймовірністю. У процесі

досліджень був зроблений важливий практичний висновок: компенсувати відставання від графіка на завершальних етапах значно складніше, ніж забезпечувати резерви на початкових етапах.

У роботі [74] було встановлено функціональний взаємозв'язок між організаційно-технологічною надійністю (ОТН) плану, необхідним рівнем надійності досягнення кінцевого результату та інтенсивністю відмов у системі й, відповідно, режимом управлінських впливів. Це дає змогу кількісно визначити параметри управління виробничим процесом, що забезпечують надійність кінцевого результату вищу, ніж початкова ОТН плану.

Надійність організаційної системи визначається ймовірністю того, що в довільний момент часу значення контрольованих параметрів (наприклад, обсяг виконаних робіт у натуральних одиницях) не виходять за межі допустимих відхилень.[209]

Відповідно до положень теорії надійності, виробничі системи у процесі цілеспрямованого функціонування можуть перебувати у двох станах: працездатному (що відповідає визначенню надійності) та непрацездатному (що відповідає визначенню ризику). Перехід системи з працездатного стану в непрацездатний характеризується відмовою.

На відміну від технічних систем, в організаційних системах цей перехід є не миттєвим (раптовим), а плавним «параметричним». *За параметричних відмов поступово накопичуються негативні тенденції в системі, і завдання управління полягає у виявленні стійких негативних тенденцій на ранній стадії їх появи, в результаті чого збільшується час для їх компенсації ще до досягнення межі допустимих відхилень. Отже, управління виключає або зменшує ймовірність появи відмови, підвищуючи загалом надійність функціонування системи.[208]*

Для процесу управління важлива динаміка наростання невизначеності контрольованого параметру в часі. До наступного моменту управлінського впливу процес розвивається під впливом випадкового дрейфу контрольованого параметра. У цьому зв'язку з функції наростання невизначеності розраховане

математичне очікування періоду працездатного і непрацездатного станів (тобто очікуваний час, коли система перейде із працездатного в непрацездатний стан). [78]:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{k(1+\rho)-1}{\rho}\right)}{-\mu(1+\rho)}, \text{ де}$$

параметр k відповідає необхідному з позицій управління рівню надійності досягнення кінцевого результату, а ρ – рівню ОТН календарного плану будівництва. [75], [78, с.112-113].

З отриманої залежності випливає загальна тенденція: *чим нижче ОТН і вища необхідна надійність результату, тим менша тривалість етапу працездатного стану системи і вища, відповідно, інтенсивність управлінського впливу на об'єкт управління*. Зазначений підхід дає змогу планувати роботу будівельної організації за річною програмою так, щоб за взаємоув'язкою об'єктних календарних планів у складі річної програми не відбувалися пікові накладення етапів підвищеної інтенсивності відмов за декількома об'єктами одночасно.

На прикладі реального календарного плану будівництва 10-типоверхового житлового комплексу були розраховані епюри інтенсивності відмов за окремими етапами (рис.2.11). [78, с.112-113]

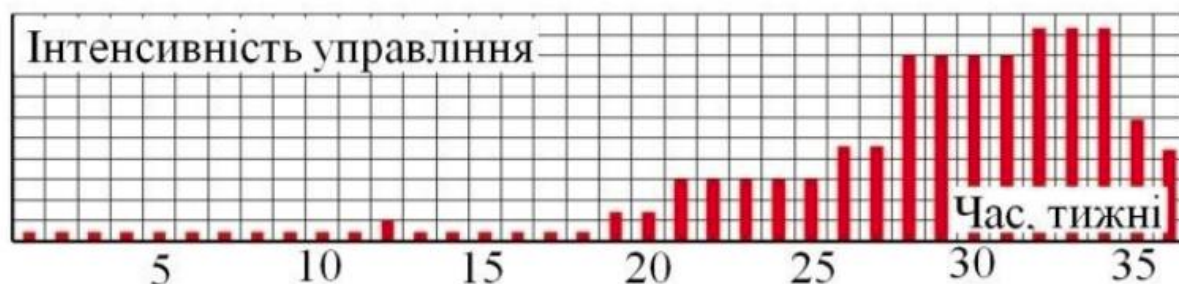


Рис.2.11. Епюра необхідної інтенсивності управління для ліквідації відмов за етапами виконання робіт. [78, с.112-113]

Отож, можна дійти висновку, що оцінювати ОТН будівництва, обмежуючись тільки одним обраним характерним параметром, недостатньо. Цим можна обмежитися під час оцінки елементарних процесів, розглядаючи це

як проміжний результат, як частину у складі цілого. Коли ж оцінюється надійність підсумкового результату, аналіз ефективності й надійності його досягнення повинні мати комплексний характер.

Оскільки економічні показники ефективності взаємопов'язані між собою, то для всіх необхідно застосовувати єдиний рівень надійності. За такого підходу функцію, що визначає значення «кінцевого результату», можна розглядати як цільову функцію за відповідної системи обмежень.

У сукупності це формує математичну модель, яка логічно визначає значення кількісного вимірника «кінцевого результату» за певних граничних значень впливових параметрів. Цільовою слугує функція, що визначає значення NPV (чистий приведений дохід).

На основі проведених розрахунків побудовано поверхню NPV за різних значень зовнішніх впливових факторів (рис.2.12).

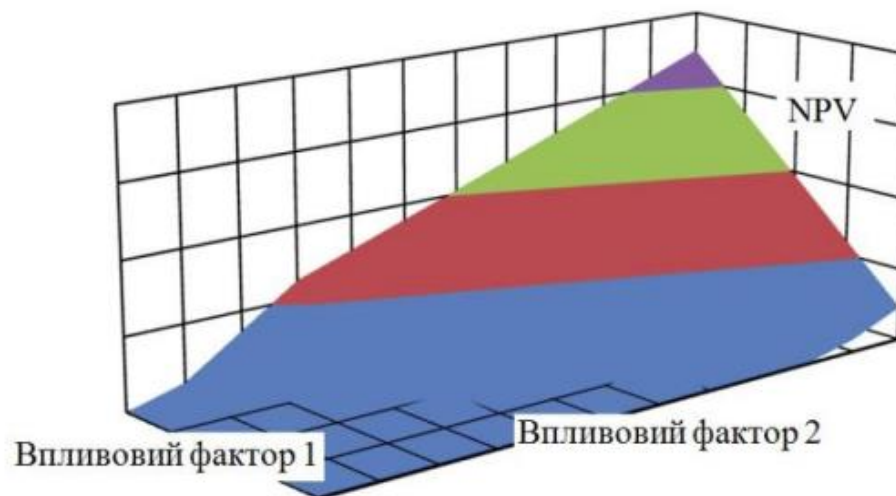


Рис.2.12. Поверхня NPV за різних значень зовнішніх впливових факторів (вісь X – сума від комерційного використання об'єкта; вісь Y – кошторисна вартість будівництва; вісь Z – NPV). [78, с.112-113]

Чим більша частина поверхні знаходиться в зоні позитивних значень осей координат, тим більша стійкість економічних показників до можливих змін впливових факторів. Збільшення частки поверхні в зоні позитивних значень координат корелює зі зростанням стійкості економічних показників до потенційних змін впливових факторів. Оскільки часовий параметр є основою

цих розрахунків, він використовується для відстеження впливу організаційно-технологічних та управлінських рішень на кінцеві значення економічної ефективності, а також на надійність досягнення цих показників.

Врахування режиму подальшого управління є необхідною умовою для підвищення надійності в будівництві. Для цього використовують карту оцінки управлінської реалізованості, яка слугує основою для вибору варіанта управлінських рішень на кожному етапі виконання плану.

2.2. Імплементация компонент «управління за відхиленнями» до складу загально-методичного підґрунтя дослідження

В сучасній практиці управління підприємствами наразі більшого поширення набуває процес *управління за відхиленнями* (англ. *Management by exception* - скорочено *МВЕ*) - адміністративний стиль, при якому керівники зосереджують свою увагу на обставинах та результатах діяльності, які значно відрізняються від того, що очікувалося і планувалося (планові показники). Його метою є сприяння забезпечення топ-менеджменту можливості сфокусуватися на дійсно важливих тактичних і стратегічних завданнях [76]. У МВЕ рішення, які неможливо реалізувати на даному рівні управління, передаються на наступний, більш високий рівень. У системі управління будівельним підприємством МВЕ є одночасно складовою управління якістю, оперативного управління та поточного контролю [77].

Так в роботах [77], [78] визначено, що «відхилення – це відступ від плану, різниця між поточними та базовими показниками проекту». В праці [79] відхилення трактується як відступ, розбіжність з відомим базовим планом проекту або очікуваним значенням, що можна виміряти. Інші науковці [80], [81] визначають відхилення як розбіжність між початково узгодженим і зафіксованим уявленням про проект (базовим планом) і тим, що виходить в дійсності.

В своїх роботах О.Б. Данченко [82] визначає відхилення в проекті як порушення нормального функціонування проекту під впливом деструктивних

чинників, що знижують його адаптаційні можливості. Інтегроване управління відхиленнями в проєкті розглядається як процес впливу на різноманітні причини негативних відхилень (ризиків, зміни, проблеми, кризи, конфлікти, стреси) з метою їх мінімізації або усунення, що забезпечує відновлення ефективності управління проєктом.

Необхідно зазначити, що домінуючому більшості визначень є трактування, що відхилення – це різниця між плановими та базовими показниками. А в системі управління процесом реалізації будівельного проєкту не завжди комплексно та вчасно оцінюються зміни, ризики та проблеми, що призводить до збільшення бюджету проєкту, порушення умов договорів та контрактів.

У виробничій практиці наявність відхилень неминуча, тому керівництву будівельної організації У виробничій діяльності відхилення є невідворотними, тому керівництво будівельної організації повинно бути поінформоване не лише про величину відхилень фактичних результатів від запланованих, але й про причини їх виникнення. При "несприятливих" відхиленнях собівартості, фактична собівартість перевищує планову, тоді як "сприятливі" відхилення спричиняють зниження фактичної собівартості порівняно з плановою.

Відхилення можна згрупувати в три категорії:

- маркетингові відхилення, за які відповідає маркетинговий підрозділ;
- відхилення виробничої собівартості, відповідальність за які лежить на виробничому підрозділі;
- адміністративно-управлінські витрати, які контролюються керівництвом будівельної організації та її штабними підрозділами. [83]

В автоматизованих системах управління регулюючий вплив формується на основі інформації про відхилення регульованого параметра від заданого значення, що свідчить про застосування принципу регулювання за відхиленням, або принципу зворотного зв'язку.

Для реалізації зазначеного принципу в регулюючому пристрої необхідно здійснювати порівняння фактичного значення регульованого параметра із

заданим значенням та здійснювати управління об'єктом відповідно до результатів цього порівняння. (рис.2.13). [84, с.7]

На схемі об'єкт керування (регулювання), регулюючий орган (РО) і система автоматичного контролю вихідного параметра (САК) об'єднані в окремий блок — узагальнений об'єкт регулювання (УОР). У свою чергу, регулятор, виконавчий механізм (ВМ), елемент порівняння (ЕП) і задаючий пристрій (ЗП) утворюють блок керування або керуючий пристрій (КП). Система автоматичного контролю вихідного параметра (САК) служить для автоматичного вимірювання абсолютного значення регульованої величини і вироблення сигналу її поточного значення (Y_T). [111, с.7]

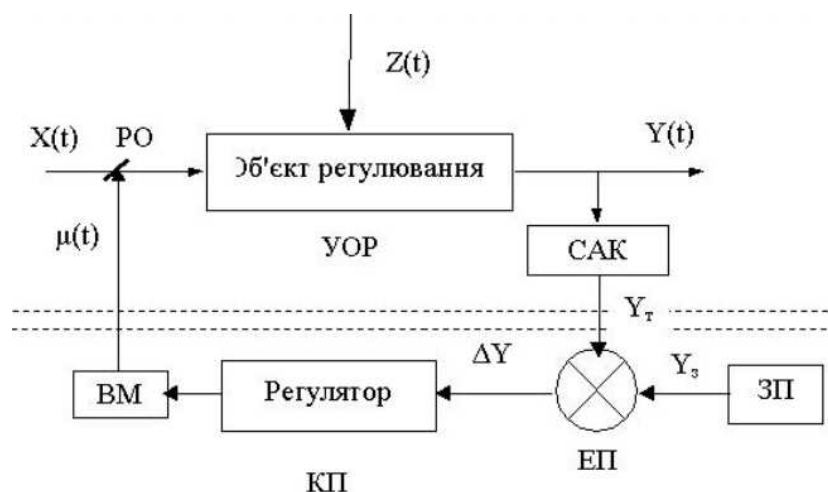


Рис.2.13. Функціональна схема САК – управління за відхиленнями, де УОР – узагальнений об'єкт регулювання, КП – керуючий, X_t – вхідний параметр об'єкта, Y_t – вихідний (регульований) параметр, Z_t – збурюючий вплив, Y_t , Y_3 – поточне і задане значення параметра, САК – система автоматичного контролю, ЗП – задаючий фактор, ЕП – елемент порівняння, ВМ – виконавчий механізм, РО – регулюючий орган. [111, с.7]

Робота представленої системи проста. При відхиленні регульованої величини від заданого значення на елементі порівняння формується сигнал розузгодження (за рівнянням), який після підсилення і перетворення за необхідним алгоритмом у регуляторі керує роботою виконавчого механізму.

Останній впливає на регулюючий орган, змінюючи значення вхідного сигналу доти, поки не зникне відхилення поточного значення регульованої величини від заданого, тобто до моменту виконання умови $\Delta Y=0$ [85].

Принцип керування за відхиленням є універсальним і ефективним, оскільки він дозволяє враховувати всі впливи на об'єкт (всіх збурень і завад), управляти складними об'єктами, а також здійснювати необхідний закон зміни керованої величини з допустимо малим відхиленням (помилкою) незалежно від того, якими причинами воно викликане.

Для практичного використання управління за відхиленнями на кожному об'єкті управління потрібно створити *належні передумови* [86, с.20]:

Перша важлива передумова полягає в наявності довідника стандартних рішень, який дозволяє фільтрувати всі збурення в системі та виокремлювати ті, що можуть бути усунені за допомогою стандартних рішень без втручання керівництва. Ці довідники включають відповідні інструкції, правила та розпорядження.

Друга суттєва передумова управління за відхиленнями полягає у виявленні відхилень від норм, планів, стандартів та умов. Це включає всі випадки, коли фактичний стан виконання не відповідає попередньо встановленим завданням. Наприклад, системи зовнішньої та внутрішньої звітності базуються на порівнянні фактичних даних із плановими, різні методи організації управління виробництвом засновані на визначенні завдань та контролі їх виконання, а система нормативного обліку виробництва виявляє відхилення від нормативів за всіма статтями собівартості продукції.

Характерною рисою будь-якого виробничого процесу є те, що на кожному етапі та у кожній секції неминуче виникатимуть відхилення від норми, які можуть мати різну величину та напрямок. «Управління за відхиленнями» є перспективним методом удосконалення управлінських процесів, що може бути застосованим не лише в промислових об'єктах, але й у будь-яких системах з різним ступенем автоматизації. Оперативне виявлення відхилень дозволяє запобігти втратам і підвищити ефективність

функціонування об'єкта. Ефективне вирішення методологічних питань, пов'язаних з виявленням та використанням відхилень, сприятиме покращенню управління за будь-яких умов.

Управління за відхиленнями включає попередню оцінку можливих відхилень, які поділяються на кількісні та якісні. Якісна оцінка визначається як "ризик", тоді як кількісна оцінка, з огляду на ймовірнісний характер ризику, зазвичай характеризується величиною можливих втрат. Для проведення якісної оцінки можуть використовуватися метод аналогій та метод аналізу доречності витрат.

Процес контролю є основою управління за відхиленнями. Його сутність полягає у формалізації завдань окремих працівників та підрозділів організації в систему нормативів, відхилення від яких, виявлені під час контролю, слугують базою для прийняття управлінських рішень. Механізм управління за відхиленнями представлений на рисунку 2.14.

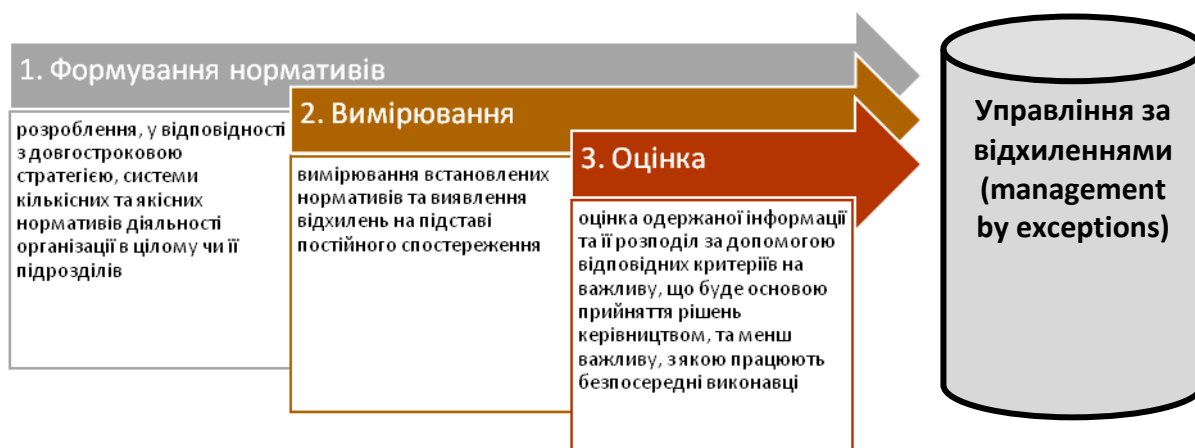


Рис.2.14. Базис-механізм управління за відхиленнями
Джерело: сформовано автором на основі [87]

Відхилення від нормативів, які виникають у процесі діяльності, можуть варіюватися за масштабами та наслідками. У разі незначних відхилень виконавці можуть самостійно виправити помилки без повідомлення керівника. Якщо ж відхилення є значними та становлять загрозу для підприємства або його підрозділу, рішення щодо виправлення приймається керівником.

Для точного визначення моменту втручання керівника, всі можливі відхилення класифікуються за кількісними та якісними параметрами, термінами, причинами виникнення та ступенем небезпеки з визначенням критичних величин цих відхилень.

Завдяки постійному спеціальному спостереженню та контролю, відстеження критичних значень відхилень показників не викликає труднощів. Керівник втручається в управління лише у випадках значних відхилень, тоді як у менш критичних ситуаціях виконавці діють самостійно. Таким чином, керівник бере участь в управлінні лише у найбільш суттєвих випадках, покладаючись на підлеглих у решті ситуацій. [88]

Успіх управління за відхиленнями забезпечується переважно через два основних механізми: розширення повноважень та відповідальності виконавців, а також своєчасне стимулювання їхніх успіхів.

Ключовою цінністю такого підходу до управління відхиленнями є:

1. Передусім, він надає керівнику можливість зосередити свою увагу, енергію та здібності на вирішенні стратегічних питань організації.
2. Самостійність у прийнятті рішень і вирішенні проблем підвищує у виконавців почуття власної значимості та самоповаги, а також стимулює розвиток відповідальності, ініціативності та підприємливості.
3. Управління за відхиленнями сприяє навчанням підлеглих, розширенню їхнього кругозору, освоєнню нових напрямів діяльності та розкриває перспективи службового зростання.
4. Характерною рисою цього підходу є взаємна вимогливість і критичність. Керівник готовий вислухати критичні зауваження підлеглих, але водночас рішуче запобігає спробам перекласти на нього вирішення проблем і відповідальність за них.

Атмосфера взаємної довіри сприяє формуванню в колективі духу єдності, розуміння та прагнення до спільної узгодженої роботи задля досягнення спільного успіху.

Незважаючи на всі переваги, управління за відхиленнями має певні складнощі та недоліки. Основні з них полягають у такому: а) культивується надмірно формалізований підхід до справ, що концентрує увагу співробітників на досягненні лише затверджених нормативів. б) персонал може почати розраховувати тільки на стандартні ситуації, що несе ризик несвоєчасного вирішення нестандартних завдань або ігнорування незначних відхилень, які можуть призвести до небажаних наслідків. в) виникає необхідність створення спеціальної системи обліку та контролю, що неминуче призводить до підвищення рівня бюрократизації управління.

Проте, за умови розумного та зваженого підходу до організації управління за відхиленнями, він здатний забезпечити досить високий рівень ефективності функціонування організації, що і сприяє його широкому впровадженню у країнах Заходу. [89]

Отже, враховуючи розглянуті особливості методу «управління за відхиленнями» доцільним є його імплементація до параметрів виявлення та коригування рівня системної надійності організацій-виконавців будівництва.

Одним із першочергових елементів оцінки надійності виконавця може слугувати рівень його виконання та дотримання розробленого бюджету девелоперського проєкту, адже чіткий контроль над витратами та здійснення бюджетування у наперед визначених межах є ключовим фактором для управлінців/ інвесторів проєкту.

Основним завданням бюджетного контролю є привертання уваги менеджерів до значущих відхилень та реалізація управління на основі цих відхилень. Цей управлінський підхід передбачає фокусування менеджера на суттєвих відхиленнях від запланованих показників, залишаючи без уваги ті параметри, які досягаються на задовільному рівні. [90].

Одним із аспектів управлінського мистецтва є визначення, які відхилення є суттєвими і потребують уваги. У цьому контексті розглядаються такі чинники, як розмір відхилення, його повторюваність, можливість контролю, вартість і доцільність відхилення, а також його потенційно позитивний вплив.

Управління за відхиленнями передбачає реагування менеджерів виключно на суттєві відхилення. (рис.2.15) Суттєвість може визначатися їхньою абсолютною величиною у грошовому виразі (наприклад, всі відхилення менше 1% від кошторисної вартості проєкта вважаються несуттєвими) або у відсотковому співвідношенні до бюджетних показників (наприклад, відхилення в межах 4 % від бюджетного значення). Однак, абсолютна величина часто не відображає справжньої суттєвості відхилень. Найбільш об'єктивними методами визначення суттєвості відхилень вважаються статистичні методи.[91]

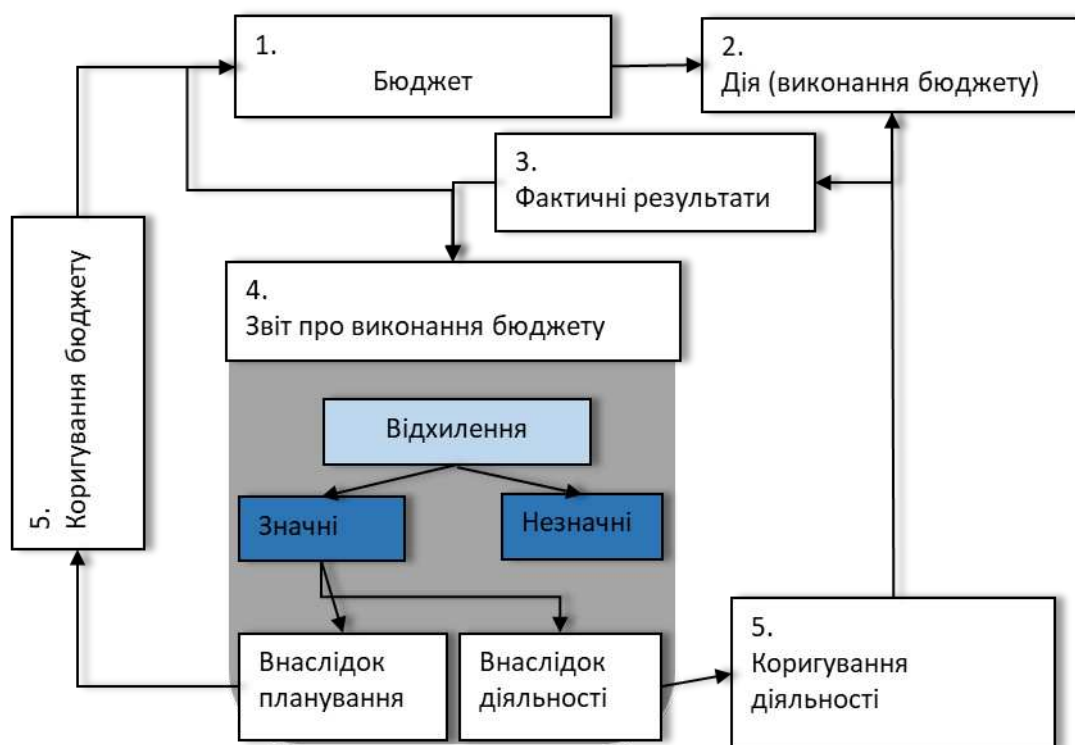


Рис.2.15. Схема аналізу «управління за відхиленнями» при оцінюванні бюджетної надійності виконавців проєкту

Джерело: складено автором

Контрольні межі можуть бути визначені очікуваним рівнем статистичної значимості, наприклад, $\pm 1\sigma$ або $\pm 2\sigma$ від середнього значення. Якщо фактичні значення використання матеріалів значно відхиляються від встановлених контрольних меж, ситуація вимагає детального аналізу. Якщо в більш ніж 5 випадках витрачання матеріалів перевищило межі довірчого інтервалу, це може свідчити про наявність проблеми у використанні матеріалів або про необхідність перегляду встановлених нормативів. [92, с.125].

Контрольні межі в управлінні та статистичному аналізі визначають діапазон значень, у межах якого показники вважаються прийнятними. Використання очікуваного рівня статистичної значимості для визначення цих меж дозволяє точніше контролювати відхилення від середнього значення. Статистична значимість показує ймовірність того, що спостережуване відхилення від середнього значення не є випадковим, і часто виражається через стандартні відхилення (σ), які вказують, наскільки дані розходяться від середнього значення. Коли контрольні межі визначаються як $\pm 1\sigma$ від середнього значення, це означає, що вони встановлені на відстані одного стандартного відхилення від середнього, і в межах від -1σ до $+1\sigma$ знаходиться приблизно 68% всіх спостережень у випадку нормального розподілу. Якщо значення виходить за ці межі, це може вказувати на необхідність перевірки або коригування. У випадку встановлення меж як $\pm 2\sigma$ від середнього, контрольні межі визначаються на відстані двох стандартних відхилень, і в межах від -2σ до $+2\sigma$ потрапляє приблизно 95% всіх спостережень, що робить відхилення, які виходять за ці межі, більш значущими та потребуючими особливої уваги. Використання таких меж у практиці управління, наприклад, у бюджетному контролі, дозволяє більш точно визначити допустимі відхилення від планових показників. Це сприяє точності, прогнозуванню та об'єктивності в управлінні, зменшуючи суб'єктивність і допомагаючи зосередити ресурси на найсуттєвіших проблемах, знижуючи ризик втрат і підвищуючи ефективність процесів.

Контроль та управління за відхиленнями здійснюються за допомогою звітів про виконання бюджету, які є результатом процедур управлінського обліку. У процесі складання цих звітів фактичні показники порівнюються із запланованими величинами з метою прийняття необхідних управлінських рішень і заходів. [93].

Під час оцінки діяльності підприємств, що виконують девелоперські проекти, доцільно встановлювати дворівневі межі допустимих відхилень. При досягненні першого рівня відхилення аналізуються безпосередньо керівником відповідного центру фінансової відповідальності, який в межах своєї

компетенції здійснює коригування управлінських рішень для усунення причин, що спричинили відхилення, та компенсації цього відхилення. [94].

Досягнення другого рівня відхилення фіксується у звітах вищого керівництва, що вимагає участі у коригувальних заходах з боку менеджерів більш високого рівня.

Для правильного порівняння планові і фактичні показники мають відноситися до однакового обсягу виробництва. Тому перед прийняттям рішень про розподіл відповідальності між центрами за відхилення необхідно скоригувати бюджетні дані та перерахувати їх для фактичного обсягу реалізації. Для досягнення цієї мети використовується *гнучкий бюджет*. [95]

Гнучкий бюджет дозволяє розраховувати розміри витрат для різних рівнів виручки, з якими підприємство планує працювати в даний часовий період. Це також дає можливість визначити відхилення бюджетних даних від фактичних, зумовлені зміною розміру виручки порівняно з початковими прогнозами. (рис.2.16).



Рис.2.16. Управління за відхиленнями за умови гнучкого бюджетування девелоперського проекту

Джерело: [94]

Отже, гнучкий бюджет забезпечує зацікавлених осіб оновленими плановими даними, які враховують зміни у рівні виробництва. Аналіз різних варіантів дозволяє вибрати оптимальний обсяг продажів або виробництва.

Наступним етапом інтеграції методів управління є управління за відхиленням прибутку підприємства, що не лише сприяє максимізації прибутку, але й дозволяє вирішувати низку важливих завдань. (рис.2.17). До таких завдань належать: оптимізація складу ресурсів підприємства і забезпечення їх ефективного використання; досягнення оптимальної пропорційності між розміром прибутку і допустимим рівнем ризику; підтримання високої якості сформованого прибутку, що передбачає реалізацію резервів зростання за рахунок збільшення обсягу випуску продукції та освоєння нових перспективних її видів; забезпечення необхідного рівня доходу на інвестований капітал для власників організації; формування достатнього обсягу фінансових ресурсів з прибутку для розвитку підприємства у майбутньому періоді; а також забезпечення постійного зростання ринкової вартості підприємства.

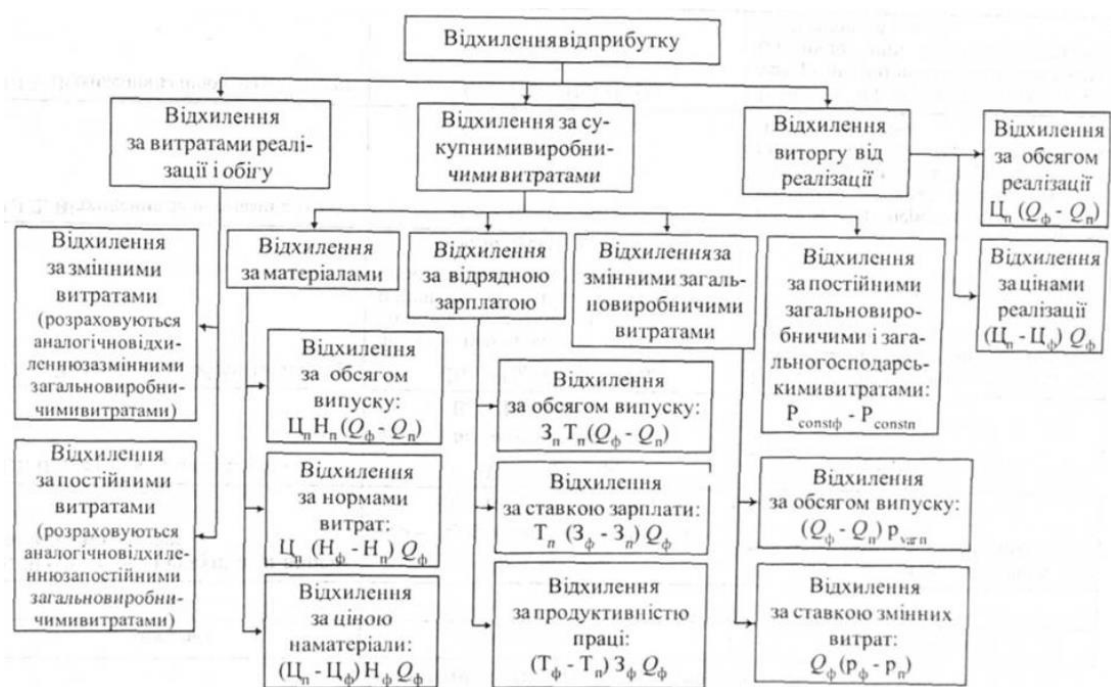


Рис.2.17. Аналіз відхилень прибутку, як елемент системи МВЕ при оцінюванні надійності виконавців БП [94]

Безпосередній вплив на прибуток здійснити неможливо; його можна досягти через управління доходами та витратами. Основну увагу в контролі управління прибутком підприємства слід приділяти зниженню витрат.

Необхідність контролю витрат визначається невизначеністю, необхідністю запобігання кризовим ситуаціям, підтримкою успіху, а також складністю та децентралізацією сучасних підприємств. Методика розрахунку відхилень залежить від системи калькулювання витрат, яка використовується підприємством у внутрішній звітності.[⁹⁶]

Загальний підхід до визначення відхилень у використанні матеріалів на основі комбінації різних компонентів представлений у таблиці 2.2. Якщо прийняти, що НК - нормативна кількість, ФК - фактична кількість, Ц - ціна, СЦ - середня ціна, то на основі наведених у таблиці моделей можна спрогнозувати майбутні відхилення за ціновими і кількісними показниками, що, у свою чергу, надає методологічну базу для подальшого аналізу надійності організацій-виконавців. [97]

Таблиця 2.2

Характер відхилення за рахунок комбінованих компонентів співвідношення вартості та кількості

Співвідношення кількості	Співвідношення вартості	Характер відхилення
НК>ФК	ц>сц	Позитивне
НК<ФК	ц<сц	Позитивне
НК<ФК	ч>сц	Негативне
НК>ФК	ц<сц	Негативне

Слід зауважити, що існують суттєві відмінності у порядку відображення відхилень від норм (стандартів). Відповідно до попередніх інструкцій, передбачалося документувати всі відхилення від норм із зазначенням причин відхилень та винуватців. По завершенні місяця ці дані узагальнювалися і формувалися відомості про відхилення для подальшого аналізу. Необхідно відзначити, що процес документування відхилень був складним і трудомістким. Крім того, не всі відхилення були задокументовані, що призводило до появи графи «недокументовані (невраховані) відхилення». [98,с.57].

Дослідження міжнародного досвіду організації обліку відхилень показує, що у країнах з англосаксонською або французькою системами обліку

відхилення відображаються у системному бухгалтерському обліку на синтетичних та аналітичних рахунках з високим рівнем деталізації.

Рахунки поділяються на дві групи: рахунки відхилень за різними категоріями витрат і результатів (наприклад, використані ресурси, центри відповідальності, сегменти діяльності) та рахунки відхилень, виявлених у процесі бухгалтерської обробки даних для відображення витрат господарської одиниці, які не включаються у собівартість; а також відхилень за центрами відповідальності, виявлених під час інвентаризації, та додаткових витрат, які включаються у собівартість, але не враховуються у фінансовому обліку [99].

Таблиця 2.3

Загальна методика обрахунку відхилень від бюджету за рахунок імплементации методу «управління за відхиленнями» [94]

№	Вид відхилення	Калькулювання повних витрат	Калькулювання змінних витрат
1	Відхилення за рахунок ціни реалізації	(Бюджетна ціна за одиницю - Фактична ціна за одиницю) x Фактичний обсяг продажу	(Бюджетний маржинальний дохід за одиницю > Фактичний бюджетний дохід на одиницю) x Фактичний обсяг продажу
2	Відхилення за рахунок обсягу продажу	(Бюджетний обсяг продажу - Фактичний обсяг продажу) x Бюджетний прибуток на одиницю	(Бюджетний обсяг продажу - Фактичний обсяг продажу) x Бюджетний маржинальний дохід на одиницю продажу
3	Відхилення за рахунок кількості продажу	(Бюджетний обсяг продажу - Фактичний обсяг продажу) x Бюджетний середній прибуток на одиницю	(Бюджетний обсяг продажу - Фактичний обсяг продажу) x Бюджетний середній маржинальний дохід на одиницю продажу
4	Відхилення за рахунок комбінації продажу	(Бюджетний обсяг продажу - Фактичний обсяг продажу) x (Бюджетний прибуток на одиницю) - Бюджетний середній прибуток на одиницю)	(Бюджетний обсяг продажу - Фактичний обсяг продажу) x (Бюджетний маржинальний дохід на одиницю) - Бюджетний середній маржинальний дохід на одиницю продажу
5	Відхилення за рахунок розміру ринку	Бюджетний відсоток частки ринку x (Фактичний розмір ринку - Бюджетний розмір ринку) x Бюджетний середній прибуток на одиницю	Бюджетний відсоток частки ринку x (Фактичний розмір ринку - Бюджетний розмір ринку) x Бюджетний середній дохід на одиницю продажу
6	Відхилення за рахунок частки ринку	(Фактичний відсоток частки ринку - Бюджетний відсоток частки ринку) x Фактичний розмір ринку x Бюджетний середній прибуток на одиницю	(Фактичний відсоток частки ринку - Бюджетний відсоток частки ринку) x Фактичний розмір ринку x Бюджетний середній маржинальний дохід на одиницю

Джерело: [94]

М.Г. Чумаченко у праці “Облік і аналіз у промисловому виробництві США” [100] констатує, що для обліку відхилень від стандартів у США відкриваються 7 окремих синтетичних рахунків:

1. «Відхилення по матеріалах за рахунок цін».
2. «Відхилення по матеріалах за рахунок використання».
3. «Відхилення по оплаті праці за рахунок тарифів».
4. «Відхилення по оплаті праці за рахунок використання».
5. «Відхилення по накладних витратах за рахунок продуктивності».
6. «Відхилення по накладних витратах за рахунок використання потужності».
7. «Відхилення по накладних витратах за рахунок перевищення кошторису».

Як показує практичний досвід реалізації будівельних проєктів, завжди існує ризик виникнення вартісно-бюджетних відхилень, які певною мірою та за певних обставин загрожують ефективній реалізації будівельного проєкту. Необхідно враховувати, що управління за вартісними відхиленнями реалізовуватиметься за принципом унікальності, відмінності кожного окремо взятого будівельного проєкту, галузі в якій реалізується проєкт тощо. Кожне відхилення потребуватиме виявлення низки джерел, які не зустрічаються у виникненні інших видів відхилень у інших видах діяльності чи бізнес-процесах. Складність полягає у тому, що існує можливість утворення непередбачуваних причинно-наслідкових зв'язків між відхиленнями, настають не прогнозовані наслідки дії таких відхилень, що відповідно, потребують формування нових підходів та інструментів щодо протидії вартісно-будівельним відхиленням кожного окремого будівельного проєкту.

Здійснюючи аналіз системи витрат при реалізації девелоперського проєкту, співставляючи отримані дані по витратам у розрізі різних виконавців – девелоперська компанія, як ключовий управлінець, може визначити адекватність витрат при співпраці з відповідним підрядником та чітко визначити на основі таких розрахунків рівень його ринкової надійності, що в

подальшому є базою для формування платформи надійних виконавців будівельних проєктів (рис.2.18).

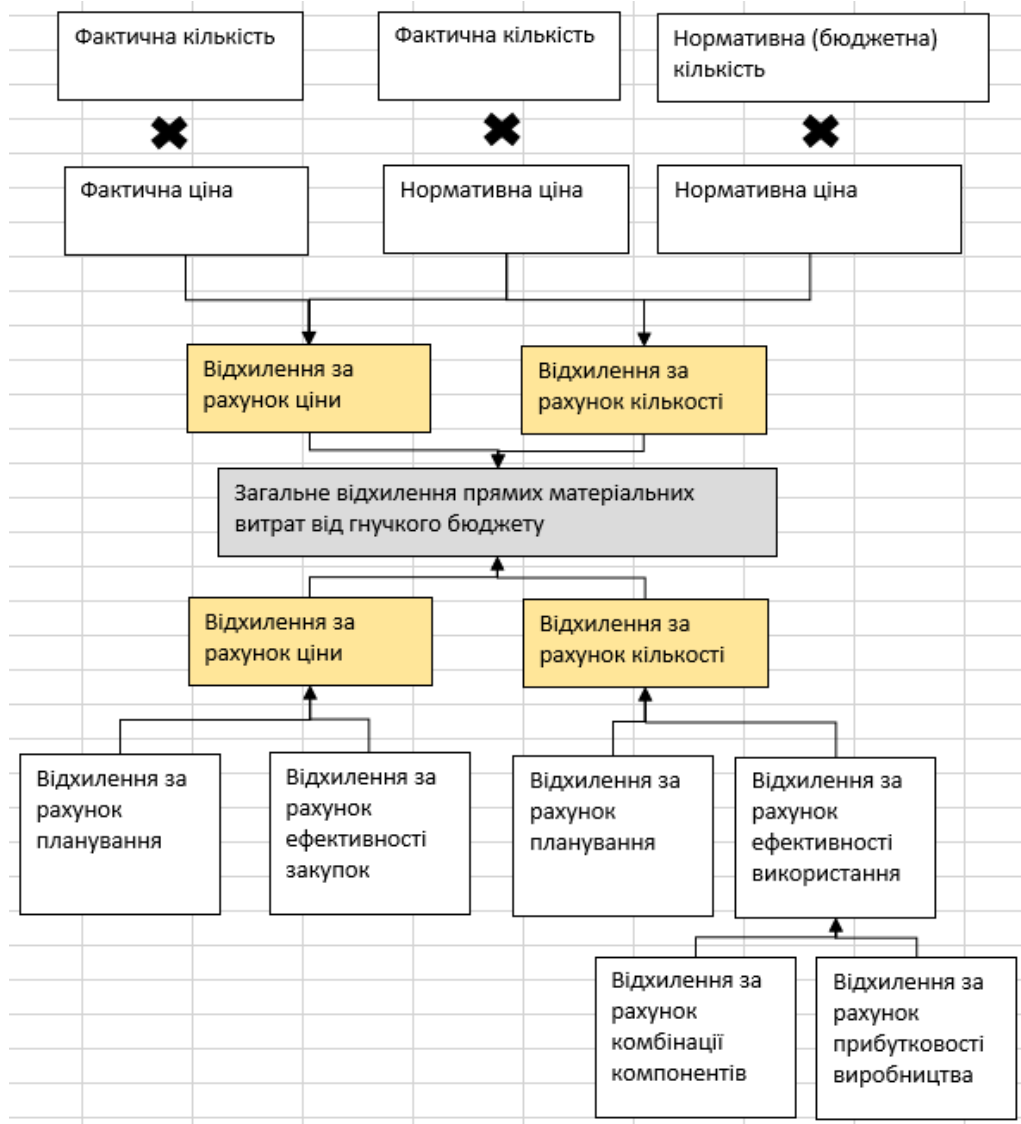


Рис.2.18. Аналіз витрат, як елемент МВЕ при оцінюванні надійності виконавців БП [101]

Таким чином, запровадження системи управління за відхиленнями обґрунтовує необхідність використання облікових даних за стандартними витратами, забезпечуючи методологічну основу для оцінки надійності виконавців. Цей підхід надає оперативному аналізу такі переваги:

- більш точну оцінку витрат, пов'язаних із формуванням собівартості продукції;

- створення умов для аналізу витрат за місцями їх виникнення та центрами відповідальності;
 - прийняття обґрунтованих рішень щодо цінової політики, включаючи трансфертні ціни для внутрішньогосподарського використання активів;
 - організацію аналізу відхилень за причинами їх виникнення;
 - підвищення достовірності виявлених відхилень завдяки впровадженню поточних нормативів, які відображають необхідні витрати на виробництво продукції в короткостроковому періоді та відповідають сучасним і реальним умовам виробництва, включаючи технології, організацію виробництва, продуктивність праці, кваліфікацію працівників, тарифні угоди та динаміку цін.
- [102]

Для того щоб протидіяти вартісно-бюджетним відхиленням будівельного проекту доцільно зробити уточнення відносно характерних ознак вартісно-бюджетного відхилення та відповідно ризику виникнення таких відхилень. Необхідно враховувати і те, що в результаті появи ризиків виникають численні, непередбачені й незаплановані зміни в реалізації будівельного проекту, які, у свою чергу, можуть спричинити вартісні коливання як в межах бюджету проекту, так і збільшити його вартість.

Навіть, якщо використовувати методи усунення невизначеності та підвищення інформативності розробників будівельного проекту, дуже складно врахувати всі можливі ситуації, що виникають на будівельному майданчику, тому що будівельне виробництво є процесом, що слабо формалізується та залежить як від мінливих цін на матеріально-технічні ресурси, так і від природних умов, від взаємозв'язку керівництва генпідрядника з керівництвом замовника і т.ін.

Ціноутворення в будівництві характеризується специфічними особливостями, які обумовлені унікальними рисами будівельної продукції та процесу будівельного виробництва. В основі цін у будівництві лежать нормативи витрат, що визначаються за середньогалузевими нормами використання ресурсів, включаючи матеріальні та трудові ресурси, основні

фонди та інші. Кошторисна вартість будівництва розраховується на основі калькуляції всіх видів витрат відповідно до певних форм, які в сукупності складають кошторисну документацію за *нормативами* — нормативний показник витрат ресурсу (трудовитрат, часу роботи будівельних машин та механізмів, витрат матеріалів, виробів і конструкцій). [103].

Система ціноутворення у будівництві базується на кошторисних нормах, нормативах, розрахункових показниках і поточних цінах трудових та матеріально-технічних ресурсів. Система ціноутворення у будівництві складається із: Настанови з визначення вартості будівництва, Настанови з розроблення ресурсних елементних кошторисних норм, Настанови з визначення вартості проектних, науково-проектних, вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво, Настанови щодо визначення вартості наукових та науково-технічних робіт у будівництві, збірників кошторисних норм України, збірників укрупнених кошторисних норм, галузевих нормативних документів з ціноутворення, що прийняті відповідно до законодавства, кошторисних норм підприємств, індивідуальних кошторисних норм тощо. До кошторисних норм України належать ресурсні елементні кошторисні норми (далі – КНУ РЕКН): 1) на будівельні роботи (далі — КНУ РЕКНб); 2) на монтаж устаткування (далі — КНУ РЕКНму); 3) на ремонтно-будівельні роботи (далі — РЕКНр); 4) на реставраційно-відновлювальні роботи (далі — КНУ РЕКНрв); 5) на пусконаладжувальні роботи (далі — КНУ РЕКНпн); 6) експлуатації будівельних машин та механізмів (далі — КНУ РКНЕМ). Укрупнені кошторисні норми (далі — УКН) розробляються на підставі відповідних КНУ РЕКН і визначають кількість необхідних ресурсів на визначений вимірник окремих конструктивних елементів, видів робіт або на об'єкт. [211]

Оперативний аналіз відхилень фактичних витрат виробництва від нормативних можливий за умови впровадження автоматизованих систем управління. Важливим компонентом такої системи є підсистема управлінського

обліку, яка дозволяє здійснювати оцінку відхилень фактичних витрат виробництва від нормативних за допомогою відповідної блок-схеми (рис. 2.19).

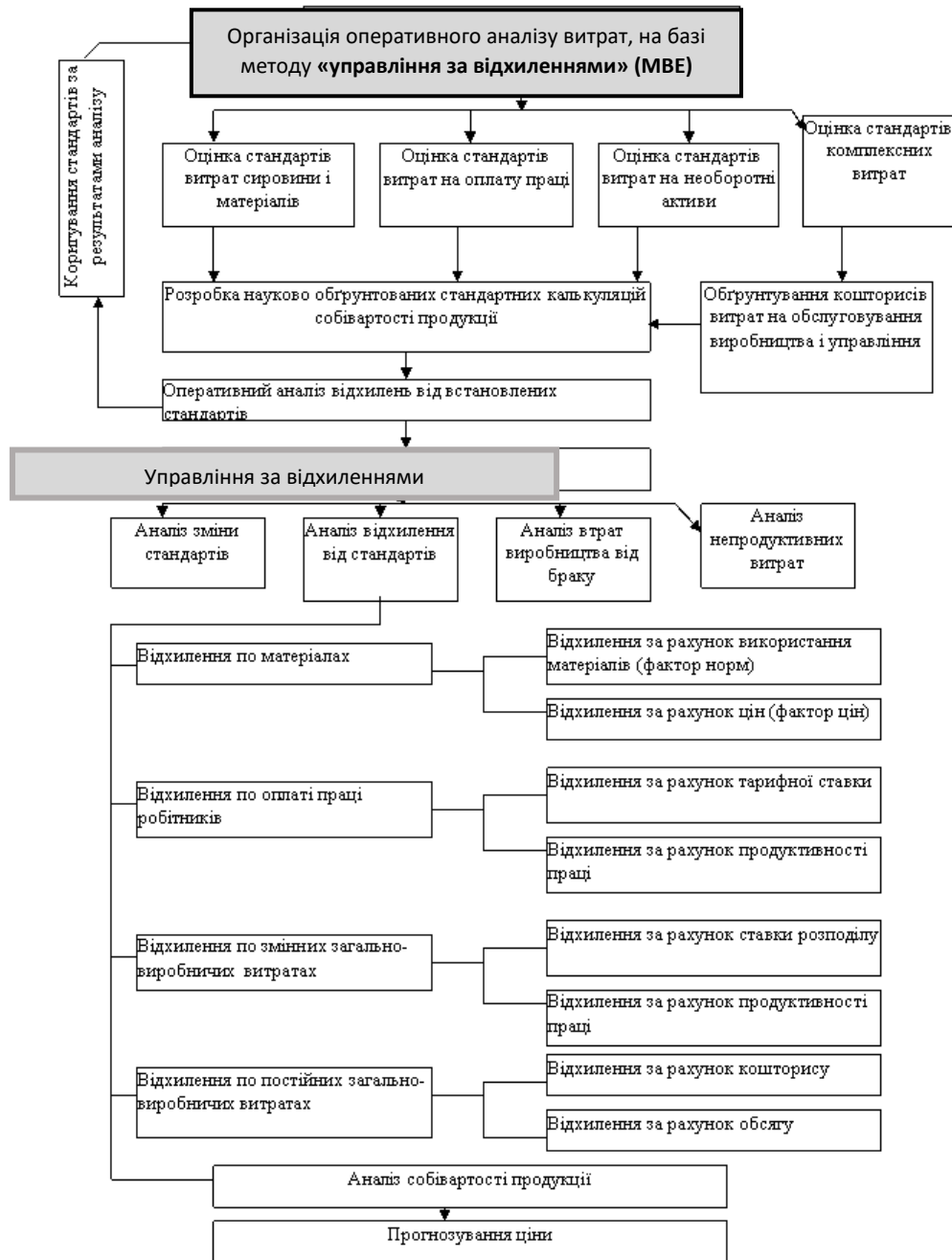


Рис.2.19. Схеми організації оперативного аналізу витрат, на базі методу «управління за відхиленнями» (МВЕ) [104]

Як видно, така організація аналітичної роботи дозволяє керувати витратами не за загальною величиною, а за відхиленнями від встановлених стандартів, які є реалістичними і заснованими на актуальних стандартах, що відображають існуючі умови господарювання та специфічні умови

функціонування кожної господарської одиниці. У разі зміни умов ці стандарти підлягають коригуванню.

Оперативний аналіз відхилень надає можливість своєчасно адаптувати систему управління виробництвом шляхом впливу на процеси і операції, не чекаючи завершення періоду, на який були розроблені нормативи та критерії. Це дозволяє оперативно оцінювати зміни в рівнях надійності відповідних виконавців будівельно-девелоперських проєктів [122].

Для забезпечення ефективного оперативного управління необхідно виявляти причини відхилень, визначати фактори, які їх спричинили, кількісно оцінювати вплив кожного фактора на загальну суму відхилень, з'ясовувати відповідальних за ці відхилення та приймати рішення, що дозволяють усунути негативні відхилення від встановлених стандартів. Таким чином, результати проведеного дослідження підтверджують, що належне використання методу «управління за відхиленнями» може забезпечити оперативний контроль за станом надійності певних характеристик організацій-виконавців будівельних проєктів та затвердити відповідні процеси управління взаємодією. [105]

Сформована в управлінському обліку інформація може бути корисною за умови її всебічної та виваженої оцінки менеджерами відповідного рівня. Оскільки особливістю економічної інформації є її масовість, періодична повторюваність інколи навіть за однаковими параметрами, то оцінка всієї без винятку інформації неможлива [106].

В управлінському обліку менеджери центрів відповідальності повинні зосереджуватися лише на істотній інформації, яка має суттєвий вплив на їхню діяльність, з метою уникнення витрат часу на рутинні завдання. Тому методика оцінки інформації в управлінському обліку повинна передбачати фільтрацію несуттєвої або надлишкової інформації, а також такої, на яку менеджери відповідних центрів не можуть вплинути. Це має враховуватися при формуванні обсягу інформації за різними рівнями управлінської ієрархії на підприємстві, оскільки витрати, які не підлягають контролю на одному рівні, можуть бути повністю підконтрольними на іншому [107].

Проте, фільтрація інформації лише за ознаками суттєвості чи підконтрольності, хоча і зменшує її обсяг, не робить оцінку залишкової інформації значно простішою. Тому потрібен принципово новий підхід до оцінки інформації в системі управлінського обліку, відмінний від традиційного підходу. Зокрема, необхідно оцінювати лише відхилення від нормативних витрат виробництва, оскільки відсутність відхилень за окремими елементами вказує на те, що втручання менеджерів відповідних центрів відповідальності не потрібне. Тобто, реакція менеджерів на оцінку виробничих витрат може бути пасивною за відсутності відхилень і активною у випадку виявлення відхилень від нормативу. Такий підхід дозволяє зменшити обсяг інформації, яку менеджери повинні оперативно оцінювати.

Оцінку відхилень у кожному центрі відповідальності слід проводити незалежно від їхнього характеру — позитивні чи негативні, оскільки така інформація є надзвичайно важливою для менеджерів. Позитивні відхилення можуть бути викликані не лише високою якістю роботи виконавців, але й недостатньою обґрунтованістю норм і нормативів або погіршенням якості продукції. Таким чином, завдяки належній оцінці таких відхилень можна обґрунтовано ставити питання про перегляд раніше встановлених нормативів витрат. Негативні відхилення необхідно оцінювати з точки зору дотримання технологічного режиму виробництва продукції, відповідності стандартам використовуваної сировини, організації управління, а також об'єктивності норм і нормативів, які можуть бути заниженими.

Оцінка відхилень витрат в управлінському обліку повинна бути частиною комплексної системи, яка охоплює всі місця виникнення витрат та центри відповідальності. При цьому важливою є оцінка відхилень, що виникають у процесі формування витрат безпосередньо в момент їх виникнення, а не після завершення виробничого циклу чи конкретного періоду. Лише за таких умов дані управлінського обліку можуть бути використані для прийняття своєчасних і обґрунтованих управлінських рішень.

2.3. Формування дієвої системи індикаторів забезпечення надійності виконавців на ґрунті сполучення засад «управління за відхиленнями», теорії відмов та ВІМ-технологій

Ключову роль в економічному розвитку України відіграє будівельний сектор, оскільки за його участі реалізуються первинні фізіологічні потреби суспільства у житлі та захисті. Між іншим, в рамках будівельного сектору національної економіки виконується реалізація основних фондів (житлові та нежитлові будівлі, споруди, інженерні лінійні мережі), не залежно від реальної бази фінансування (приватна, бюджетна); формуються ринки капіталу, товарів і послуг, трудових ресурсів; розвивається інфраструктура; утворюється база для розвитку і концентрації продуктивних сил; активізується різноманітна господарська діяльність.

Специфіка різноманітності ознак будівельного сектору України сконцентрована у складності протікання фінансово-господарських операцій, пов'язаною з великою кількістю контрагентів; багатостадійності державного технічно-організаційного і фінансового контролю; складності політики ціноутворення у сфері капітального будівництва; значності показників тривалості будівництва об'єктів, зростанні капіталовкладень за рахунок тривалості інвестиційного циклу; аритмічності робіт в рамках організаційно-технологічного та стратегічного планування суб'єктів підприємництва [108].

Тобто, будівельний сектор є невід'ємною складовою у формуванні економіки країни. Належне функціонування цієї складової визначає стабільність ринкових відносин усіх учасників будівництва, утворює сприятливі умови сталого економічного розвитку складових ринків будівельного сектору.

У сучасному інвестиційному середовищі та будівельному комплексі зростає роль специфічних організацій, які не мають власних виробничих потужностей і зосереджені на управлінні проектами, координації учасників і ресурсів для створення будівельних проєктів відповідно до запланованих

параметрів. До таких організацій належать будівельно-інжинірингові, проектно-будівельні компанії та девелопери. Їхня діяльність спрямована на оцінку та управління проектами, узгодження документації, авторський нагляд і координацію роботи підрядників. Автори [109], [110], [111], [112], [113], [114], [115, с. 101], [116], [117] мають спільну думку, що основним важелем є функціонально-технологічна надійність виконавців будівельного проекту задля забезпечення досягнення цілей проекту. Ефективність роботи проектних команд залежить від їх складу, структури і характеру взаємовідносин між учасниками, що формує соціально-психологічну єдність. Надійність учасників проекту та команди в цілому є ключовим фактором успіху, що розглядається як з точки зору психології, так і управління проектами. Надійність включає в себе не лише працездатність, але й особистісні риси, морально-вольові якості та відповідальність, що визначають ставлення до виконання обов'язків і задач.

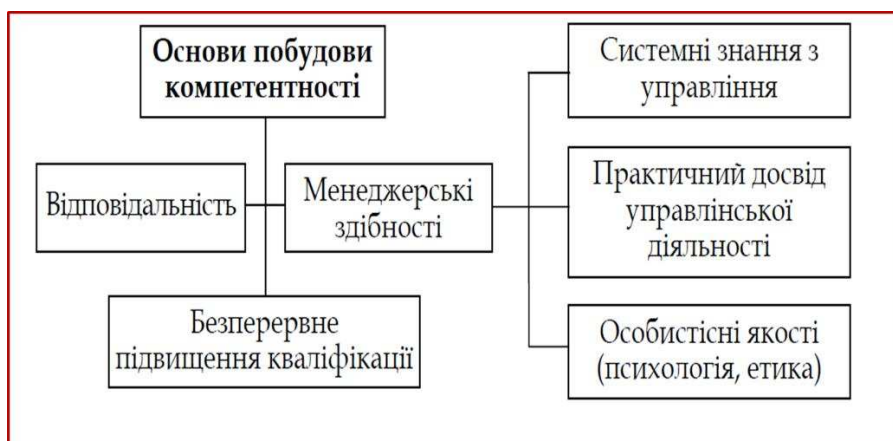


Рис.2.20. Компетентність як складова надійності працівників в структурі девелоперського управління проектом. [112]

У контексті оцінки надійності людини, перший аспект зосереджений на психологічних і психофізіологічних чинниках, а другий – на морально-етичних і загальнокультурних вимірах. Для ефективного управління командами керівникам важливо створювати комфортні умови праці, що враховують етичні та психологічні аспекти, хоча це не завжди забезпечує лояльність і ціннісне сприйняття працівників. оцінку надійності проектних команд можна проводити

різними методами, такими як сума або середній показник надійності учасників, найнижчий показник надійності або з використанням вагових коефіцієнтів, залежно від важливості функцій окремих працівників. [118, с. 56], [119]

Склад команди управління	Групи процесів управління проектами														
	Група процесів ініціації			Група процесів планування			Група процесів виконання			Група процесів моніторингу			Група процесів завершення		
Менеджер проекту															
Менеджер з капітального будівництва															
Проектно-технічний менеджер															
Менеджер будівельно-монтажного підрозділу															
Ризик-менеджер															
Маркетинг-менеджер															
Виробничо-технічний менеджер															

Рис.2.21. Залучення уявлень щодо команди управління проектом з методології девелопменту та проектного менеджменту [112]

Визначення кількісних оцінок надійності працівників і проектної команди є складним завданням. Для цього доцільно використовувати експертну оцінку за допомогою десятибальної шкали, де суб'єктивність знижується залученням кількох експертів, включаючи членів проектної команди, які оцінюють своїх колег. Команда з високим рівнем надійності має підвищені шанси на залучення замовників і вибір найбільш цікавих і вигідних проектів, що робить надійність економічною категорією [120], [121], (рис.2.21).

Надійність проектної команди є критичною поведінковою компетенцією, що підвищує шанси на успішне виконання завдань, стимулює як окремих членів, так і команду в цілому, а також інших зацікавлених сторін. Вона сприяє самоконтролю, зміцнює впевненість у своїх можливостях і сприяє

професійному розвитку. Надійність необхідно розглядати як ключовий фактор, що забезпечує ефективне подолання перешкод і невдач у процесі реалізації проєкту, сприяючи досягненню успіху. З метою оцінки надійності виконавців будівельних проєктів доцільно сформуванати базис набору індикаторів, що відображатимуть всебічно характеристики кожного з учасників проєкту та слугуватимуть основою моделі первинного оцінювання організацій-субпідрядників як виконавців девелоперського будівельного проєкту (ДБП).

Аналіз характеристик надійності виконавців будівельних проєктів, викладених у попередніх відповідях, дозволяє сформулювати узагальнений висновок щодо ключових аспектів, які визначають успішність та ефективність роботи у будівельній сфері. Надійність виконавця є багатогранною характеристикою, що включає професійну компетентність, своєчасність, фінансову стабільність, технологічну готовність, а також здатність до ефективного управління та дотримання правових норм.

Професійна компетентність виконавця проявляється у високому рівні знань, навичок та досвіду, що дозволяють якісно виконувати будівельні роботи відповідно до технічних вимог. Важливою складовою є здатність до розробки стратегій, що спрямовані на підтримку конкурентоспроможності, та реалізація ефективного управління проєктом. Це включає як організаційно-управлінські механізми, так і адаптацію до змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі.

Своєчасність виконання робіт є критичним показником, оскільки дотримання встановлених графіків забезпечує досягнення цілей проєкту без затримок та перевитрат. Фінансова стабільність виконавця гарантує, що проєкт буде завершено у рамках бюджету, а ефективне управління фінансами дозволяє уникнути непередбачених витрат. Технологічна готовність виконавця, включаючи використання сучасного обладнання та інноваційних методів, підвищує ефективність будівельних робіт і якість кінцевого продукту.

Організаційна здатність до координації і комунікації, а також управління ризиками, є важливою умовою для досягнення успіху в будівельних проєктах. Дотримання норм безпеки і забезпечення екологічної відповідальності також

виступають ключовими елементами, що сприяють збереженню здоров'я і безпеки працівників та навколишнього середовища.

Загалом, надійність виконавця будівельних проєктів визначається його здатністю забезпечити високу якість робіт, ефективно використовувати ресурси, дотримуватися встановлених термінів і бюджетів, адаптуватися до змін та підтримувати безпеку і правову відповідність. Ці фактори є основою успішного виконання будівельних проєктів і забезпечують довгострокову конкурентоспроможність підприємства на ринку будівельних послуг. Аналіз характеристик надійності виконавців будівельних проєктів, викладених у попередніх відповідях, дозволяє сформулювати узагальнений висновок щодо ключових аспектів, які визначають успішність та ефективність роботи у будівельній сфері. Надійність виконавця є багатогранною характеристикою, що включає професійну компетентність, своєчасність, фінансову стабільність, технологічну готовність, а також здатність до ефективного управління та дотримання правових норм.

Професійна компетентність виконавця проявляється у високому рівні знань, навичок та досвіду, що дозволяють якісно виконувати будівельні роботи відповідно до технічних вимог. Важливою складовою є здатність до розробки стратегій, що спрямовані на підтримку конкурентоспроможності, та реалізація ефективного управління проєктом. Це включає як організаційно-управлінські механізми, так і адаптацію до змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі.

Своєчасність виконання робіт є критичним показником, оскільки дотримання встановлених графіків забезпечує досягнення цілей проєкту без затримок та перевитрат. Фінансова стабільність виконавця гарантує, що проєкт буде завершено у рамках бюджету, а ефективне управління фінансами дозволяє уникнути непередбачених витрат. Технологічна готовність виконавця, включаючи використання сучасного обладнання та інноваційних методів, підвищує ефективність будівельних робіт і якість кінцевого продукту.

Організаційна здатність до координації і комунікації, а також управління ризиками, є важливою умовою для досягнення успіху в будівельних проєктах.

Дотримання норм безпеки і забезпечення екологічної відповідальності також виступають ключовими елементами, що сприяють збереженню здоров'я і безпеки працівників та навколишнього середовища.

Загалом, надійність виконавця будівельних проєктів визначається його здатністю забезпечити високу якість робіт, ефективно використовувати ресурси, дотримуватися встановлених термінів і бюджетів, адаптуватися до змін та підтримувати безпеку і правову відповідність. Ці фактори є основою успішного виконання будівельних проєктів і забезпечують довгострокову конкурентоспроможність підприємства на ринку будівельних послуг. [122]

За економічним характером чинників оцінювання надійності підприємства можна розділити на чинники мікро- і макросередовища та ін. (рис.2.22).



Рис.2.22. Чинники, що впливають на формування надійності виконавців ДБП [149]

На думку [123], [124], [125], [126] не всі фактори мають безпосередній вплив на надійність підприємства та формування кінцевого результату, тому було визначено лише пріоритетні аспекти. Забезпечення надійності підприємства тісно пов'язане з прагненням досягти конкурентних переваг, що

потребує застосування різноманітних методів за всіма функціональними складовими конкурентного потенціалу. Серед цих методів особливу увагу варто приділити маркетинговим заходам, які включають підвищення задоволення потреб споживачів, формування попиту на товари та послуги, а також розвиток маркетингової інфраструктури. Фінансово-інвестиційні методи передбачають участь у територіальних інвестиційно-інноваційних кластерах, впровадження франчайзингу та лізингу для придбання сучасного обладнання. Важливою є і матеріально-технічна складова, яка охоплює модернізацію торгових площ та впровадження різноманітних форм продажу товарів. Адміністративні заходи спрямовані на покращення якості трудового життя, підвищення соціальної відповідальності, диверсифікацію зайнятості та комерціалізацію інтелектуальної власності. Інформаційні методи включають започаткування електронної комерції, впровадження телекомунікаційних технологій та підвищення безпеки бізнес-процесів. Логістичні заходи фокусуються на удосконаленні логістичних схем постачання, використанні коопераційних підходів та поліпшенні взаємовідносин з постачальниками. Соціально-психологічні аспекти включають вплив на формування купівельних фондів, забезпечення соціальної безпеки та диференціацію типів комерційних об'єктів.

Механізм забезпечення конкурентних переваг підприємства включає використання методів, інструментів та заходів, які сприяють регулюванню фінансово-економічних процесів. Впровадження цих заходів у практику є критично важливим для досягнення ефективної реалізації політики конкурентних переваг, що передбачає накопичення ресурсів та інвестицій. Значну увагу слід приділити соціально-мотиваційним заходам, що забезпечують стимулювання персоналу до підвищення конкурентоспроможності та ефективного використання інтелектуально-кадрового потенціалу. Фінансово-інституційні інструменти спрямовані на капіталізацію системи, посилення фінансової надійності та оптимізацію витрат. Реалізація економічно-ресурсних інструментів дозволить підвищити активність

використання активів та забезпечити розвиток комерційних об'єктів. Політика конкурентних переваг повинна створювати умови для ефективної реалізації інтелектуального потенціалу, адаптації до змін конкурентного середовища та вдосконалення торгово-технологічного процесу. Це включає переорієнтацію організаційної структури на зміцнення ринкових позицій, узгодження процесів з вимогами ринку та забезпечення стратегічного розвитку на основі бренд-менеджменту. Політика забезпечення конкурентних переваг надійності виконавців будівельних проєктів потребує попередньої розробки плану впровадження, що охоплює ключові функції. Інтеграційна функція передбачає розширення взаємодії з контрагентами та виявлення прихованих резервів для підвищення конкурентоспроможності. Динамічна функція зосереджена на пошуку альтернативних джерел конкурентних переваг, забезпечуючи гнучкість та адаптивність. Регульовальна функція спрямована на структурування стимулів та визначення стратегічних напрямків розвитку, з акцентом на ефективне використання конкурентного потенціалу. Захисна функція орієнтована на мінімізацію ризиків, пов'язаних з негативними діями конкурентного середовища. Соціальна функція передбачає підвищення економічної інтегрованості суб'єктів соціально-трудових відносин, ґрунтуючись на стратегічних пріоритетах зміцнення конкурентоспроможності.

Конкурентні переваги реалізуються через здатність суб'єктів ринку пропонувати системні рішення, які не лише охоплюють поставку продукції, але й включають комплекс необхідних послуг, що забезпечують клієнту повне задоволення його потреб та позитивні враження. Таким чином, конкурентні переваги виступають як факторні ознаки, які впливають на конкурентоспроможність, що є кінцевим результатом взаємодії цих факторів і відображає здатність підприємства успішно конкурувати на ринку.

На ґрунті проведеного аналізу ключових індикаторів, що визначають надійність виконавців девелоперського будівельного проєкту виділено дванадцять факторів - первинних індикаторів моделі оцінювання субпідрядних організацій (табл. 2.4)

**Матриця первинного оцінювання організацій-субпідрядників
як виконавців ДБП**

Порядковий номер фактору, w	Найменування факторів - первинних індикаторів моделі	Зміст та порядок обчислення	Зразкове значення, ZQ(w)	Важіль пріоритету щодо даного фактору, I(w)
1	Індикатор нагальності технологічного оновлення	Провідна характеристика виробничо-технологічної конкурентоспроможності субпідрядника ДБП. Обчислюється як середня за останні 5 років частка щорічного оновлення активних основних фондів в загальному вартісному обсязі необоротних активів (частка одиниць)	0,0512	0,1407
2	Індикатор ринково-іміджевої конкурентоспроможності	Відсоток тендерів, підрядних торгів та конкурсів, що виграні організацією за попередні 5 років (у % щодо участі)	74%	0,12663
3	Індикатор концентрації (диверсифікація) виробництва	Показник диверсифікації, у якому різниця дисконтованих результатів діяльності і витрат має невід'ємне значення за певний період часу і у подальшому змінюється (частка одиниць)	> 27	0,1149
4	Індикатор ресурсовіддачі виробництва	Визначається витратами ресурсів (матеріалів, чол./годин) на одиницю виготовленої продукції (наданих послуг) (частка одиниць)	<34	0,1252
5	Індикатор гнучкості цінової політики	Частота відхилень середньозваженого показника зміни цін на обрані варіанти товарів (послуг)(частка одиниць)	0,264	0,1017
6	Індикатор ділової впевненості	Оцінюються на основі опитувань про поточний рівень замовлень та запасів готової продукції, змін обсягів продаж за останні три місяці, прогнозу зміни обсягів виробництва/продаж та кількості працівників у наступні три місяці, %	34%	0,158

Продовження таблиця 2.4

7	Індикатор потенціалу сталого розвитку	Темпи приросту прибутковості підприємства, у порівнянні з попереднім періодом, %	25%	0,1376
8	Показник рентабельності активів	Показує відсоток того, наскільки вигідні активи компанії в отриманні доходу. ROA є коефіцієнтом рентабельності активів, що показує процентне співвідношення чистого прибутку підприємства до його загальних активів, %	30%	0,1525
9	Індикатор професійності рівня персоналу	Відображається через систему співвідношення середнього тарифного розряду групи працівників виробництва до середнього тарифного розряду виконуваних будівельних робіт	0,658	0,1331
10	Індикатор платоспроможності та ліквідності	Визначається через відношення оборотних активів підрядника до величину короткострокових зобов'язань (частка одиниць)	1,57	0,1852
11	Індикатор соціальної підтримки працівників	Розмір середньої за період виплати соціальної підтримки працівникам, у порівнянні з аналогічним періодом (у розрізі працівників та видів виплати)	20%	0,1147
12	Індикатор управлінської продуктивності за швидкістю обертання ресурсного потенціалу	Оборотність власних оборотних коштів будівельної організації, (обертів/рік)	5,62	0,1342

Джерело: сформовано автором

Визначення показника організаційно-технологічної надійності (ОТН) проектування і ступеня ризику учасників інвестиційного циклу в процесі реалізації проекту виконується у такій послідовності [127 с.207-208]:

1. Визначають перелік видів робіт із зазначенням їх коду, фактичної тривалості, резерву часу, трудомісткості, а також оптимістичну і песимістичну оцінки робіт.

2. Будують сітьовий графік.

3. Розраховують коефіцієнти напруженості по кожному окремому шляху сітьової моделі.

4. Розраховують інтегральний коефіцієнт напруженості по мережевому графіку в цілому через ваговий коефіцієнт. В якості вагового коефіцієнта беруть трудомісткість виконання робіт.

5. Визначають ймовірність виконання робіт в договірні терміни за методом А.А. Гусакова [128], заснованому на обліку тільки робіт критичного шляху і ступеня ризику учасників інвестиційного циклу.

$$K_{oj} = \frac{t(L_{max}) - t'(L_{kp})}{t(L_{kp}) - t'(L_{kp})} \quad (1), \text{ де}$$

$t'(L_{kp})$ - тривалість шляху $t(L_{max})$, що збігається з критичним шляхом;

$t(L_{kp})$ – тривалість критичного шляху;

$t(L_{max})$ – тривалість максимального шляху, який проходить через дану роботу.

$$\sum K_{\text{воб}} = \frac{K_1 \cdot T_1}{\sum T_1} + \frac{K_2 \cdot T_2}{\sum T_2} + \dots + \frac{K_i \cdot T_i}{\sum T_i}, \quad (2) \text{ lt}$$

K_i - коефіцієнт надійності i -ї роботи;

T_i - трудомісткість i -ї роботи;

$\sum T_i$ - загальна трудомісткість.

Отримані результати говорять про те, що виконати роботи в договірний термін неможливо, оскільки $\sum K_{\text{воб}}$ має знаходитися в межах від 0,35 до 0,5 (дані дослідження І.М. Разумова [129]).

Для розрахунку показника організаційно-технологічної надійності використано метод, заснований на обліку тільки робіт критичного шляху, і закон усіченого нормального розподілу часу виконання робіт. В якості розрахункового беруть тільки песимістичну часову оцінку P_{kin} , яка визначається так:

$$P_{kin} = \frac{t_{\phi in}}{t_{n in}}, \text{ де}$$

де I, n – код роботи, яка лежить на критичному шляху;

$t_{\phi in}$ - фактичний час виконання робіт (в днях);

$t_{n in}$ - песимістина оцінка часу виконання робіт (в днях).

Ймовірність виконання будівельно-монтажних робіт в заданий термін, характеризуюча надійність організаційно-технологічного проектування, визначається за формулою:

$$P_{kin} = P_{k_{1-6}} \cdot P_{k_{6-7}} \cdot P_{k_{7-8}}.$$
$$P_{kin} = 0,92 \cdot 0,76 \cdot 0,94 = 0,66.$$

З розрахунку можна зробити висновок, що ймовірність виконання робіт в договірні терміни, або організаційно-технологічна надійність, складе 66%.

На підставі проведених досліджень розроблена модель визначення оптимальної надійності організаційно-технологічного проектування різних типів житлових будинків за критерієм досягнення максимального прибутку підрядної будівельної організації. Сутністю моделі є встановлення меж ОТН, за яких прибуток може отримувати додатні, мінусові і нульові значення, залежно від зниження розрахункового рівня надійності, з урахуванням балансу витрат на відновлення надійності і оплати штрафів при невиконанні таких.

ОТН дає можливість оцінювати сформовані календарні плани будівництва об'єктів не тільки з точки зору якості організаційно-технологічних характеристик, але і з точки зору ризику їх досягнення.

При зведенні об'єктів велике значення має раціональне застосування будівельних машин. Від ефективного використання машин значною мірою залежить організаційно-технологічна надійність будівництва об'єктів. Критерієм оцінки ОТН роботи будівельних машин може бути будь-який показник, що знаходиться у вибірці, в т. ч. продуктивність, тривалість робіт, енергоємність, вартість одиниці продукції, прибуток і т. д.

Основним показником для оцінки ефективності роботи комплексів машин пропонується вважати собівартість виробництва робіт.

Одним з основних факторів ОТН роботи будівельних машин є рівень їх використання за часом [130].

Відомо, що якщо площу, обмежену кривою нормального розподілу, взяти за 1 або 100%, то можна розрахувати площу, вкладену між кривою і будь-якими двома координатами. Організаційно-технологічний ризик (у відсотках)

недосягнення розглядається комплексом (комплект, окремою машиною) продуктивності x_m розраховується за такою формулою:

$$OTR = \frac{100}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^{x_m} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (5), \text{ де}$$

x – продуктивність комплексу;

\bar{x} – середня арифметична продуктивність комплексу;

σ – середнє відхилення продуктивності комплексу;

π – постійне число;

e – основа натурального логарифма.

Тоді ОТН досягнення розраховуються комплексом продуктивності x_m у відсотках за формулою: $OTN=100-OTR$ (6). [132]

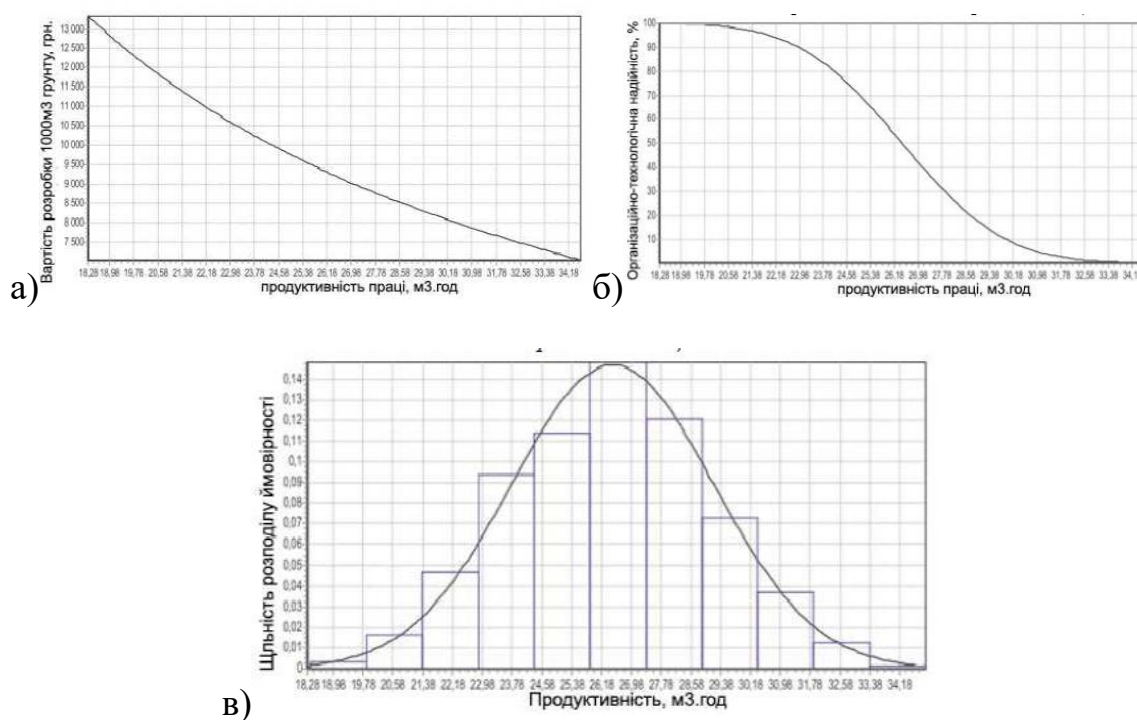


Рис.2.23. Приклади форматів організаційно-технологічної надійності [127; 132; 131]:

- а) залежності вартості ресурсів;
- б) залежності тривалості будівельного процесу;
- в) щільності розподілу ймовірності від продуктивності виконання робіт при заданому рівні ресурсів та тривалості БП

Для автоматизації прогнозування тривалості, вартості будівництва об'єктів, ОТН календарного планування, прибутку будівельної організації та інших показників необхідним є розроблення імітаційної моделі потоку і відповідного програмного забезпечення.

Таблиця 2.5

**Вартісно-бюджетні відхилення будівельного проекту
під впливом ключових показників**

	Ймовірні причини	Вартісно-бюджетні наслідки
Перевищення тривалості виконання робіт будівельного проекту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Помилки при визначенні тривалості виконання робіт проекту. 2. Помилки при виборі і закріпленні виконавців, ресурсів за роботами проекту. 3. Зміна вимог до продукту проекту, внесення постійних змін у зміст проекту. 4. Помилки розробника на етапах проектування. 5. Порушення договірних обов'язків по термінах підрядниками і постачальниками. 6. Неefективне використання ресурсів при виконанні робіт проекту. 7. Низький рівень організації робіт і управління. 8. Зміна відношення до проекту органів влади і населення. 	<p>Збільшення вартості проекту:</p> <ul style="list-style-type: none"> - додаткові витрати на внесення змін до плану проекту; - витрати на залучення додаткових виконавців і ресурсів для виконання робіт проекту; - додаткові витрати на використання виконавців і ресурсів.
Недоотримання вимог щодо якості виконання робіт будівельного проекту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Помилки при визначенні змісту робіт проекту. 2. Помилки при виборі і закріпленні виконавців і ресурсів за роботами проекту. 3. Зміна вимог до продукту проекту, внесення постійних змін у зміст проекту. 4. Помилки розробника на етапах проектування. 5. Порушення договірних обов'язків з якості підрядниками і постачальниками. 6. Відсутність системи управління якістю в проекті. 7. Використання застарілих технологій, обладнання, матеріалів. 	<p>Недоотримання прибутку:</p> <ul style="list-style-type: none"> - зниження прибутку від реалізації проекту; - неможливість початку використання результатів проекту в запланований термін; - збільшення періоду окупності проекту.
Перевищення вартості виконання робіт будівельного проекту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Помилки при визначенні вартості виконання робіт проекту. 2. Помилки при виборі і закріпленні виконавців і ресурсів за роботами проекту. 3. Зміна вимог до продукту проекту, внесення постійних змін у зміст проекту. 4. Помилки розробника на етапах проектування. 5. Порушення договірних обов'язків по вартості підрядниками і постачальниками. 6. Неefективне використання ресурсів при виконанні робіт проекту. Використання ресурсів не за призначенням. 7. Помилки в прогнозах курсів валют, рівня інфляції, індексу цін. 8. Зміни в податковій системі та законодавстві держави. 	<ul style="list-style-type: none"> - збільшення періоду окупності проекту. - зниження привабливості і зацікавленості в проекті, відмова від нього на стадії виконання.

Джерело: [132]

Обґрунтовано, що в якості інструменту економічного обґрунтування та оперативного адміністрування проєктом (табл.2.1.) створений інструментарій має забезпечити обов'язковість економічних, організаційно-технічних та адміністративних заходів, спрямованих на оперативне адміністрування значеннями фінансово-бюджетних змінних БП, їх адаптивне коригування з врахуванням ризиків по роботах, стадіям та фазам життєвого циклу, з метою подолання виявлених (прогнозованих) інструментарієм ВБВ.

Основною принциповою відмінністю організаційно-технологічної надійності у будівництві від надійності інших складних технічних систем є те, що надійність будівельного виробництва характеризується в першу чергу, як надійність результатів діяльності, коли надійність технічних систем розглядається, як надійність функціонування технічних елементів та складових цих систем. [133].

Саме тому, на відміну від більшості складних технічних систем, які розглядаються загальною теорією надійності, системи будівельного виробництва характеризуються не повними, а частковими відмовами (збоями у будівельних та пов'язаних із ними процесах, зазвичай із порушенням календарних строків та вартості будівництва), які усуваються в процесі функціонування системи. [134].

Складність такої природи та типу відмов полягає у тому, що параметри системи істотно відхиляються від проєктних, але для визначення величини цих відхилень математичні методи згаданої теорії надійності неприйнятні. А кількість та різноманітність характеристик, параметрів, елементів і складових будівельного проєкту, які потребують врахування на стадії обґрунтування та розробки проєктної документації і проєктних пропозицій пояснює те, що будівельні системи значно складніше технічних систем, а, таким чином, потребують спеціалізованих методів та моделей аналізу, оцінки і забезпечення ОТН будівельних проєктів.

Оптимальним методом впровадження дієвої системи індикаторів надійності є запровадження новітньої BIM-технології (Building Information Model) — це так зване інформаційне моделювання будівельного об'єкту. Інакше кажучи, це віртуальне будівництво об'єкта, яке можливо реалізувати ще задовго до його фактичного завершення. Насправді, такі технології є новітніми методиками конструювання будівель, та передбачають збір і комплексну обробку архітектурно-конструкторської, технологічної, економічної інформації про об'єкт у процесі його проектування. Так, враховуючи усі взаємозв'язки між компонентами цієї інформації, інженери та архітектори можуть розглядати будівлю комплексно – як єдиний об'єкт.

BIM моделювання в будівництві має величезні переваги:

- підвищення точності фінансових розрахунків;
- зниження кількості просторових колізій;
- зниження фінансових витрат на будівництво;
- точність прогнозів;
- зменшення кількості змін в проєкті.
- швидке коригування інформаційної моделі
- точне планування роботи на майданчику будівельної техніки
- створення коректних графіків закупівлі матеріалів
- покращення всіх ключових логістичних процесів будівництва та експлуатації.

Застосування BIM-технології проектування будівництва робить кожну дію прозорою і забезпечує повний контроль, причому в автоматизованому режимі, що гарантує високу якість проєктно-будівельних робіт. [135]

BIM-технології вдосконалять українське будівництво у таких напрямках:

- ✓ дозволять вивести будівельну галузь на новий рівень;
- ✓ підвищать якість контролю будівельних робіт;
- ✓ сприятимуть реалізації в країні сучасних проєктів.

BIM – це числове представлення та належним чином організована інформація про об'єкт, яка використовується на всіх етапах його життєвого

циклу. Важливою складовою цієї технології є єдиний інформаційний простір, база даних, що містить усю інформацію про технічні, правові, майнові, експлуатаційні, енергетичні, екологічні, комерційні та інші характеристики об'єкта будівництва, включаючи дані надійності учасників.

Завдяки високій точності та детальному опису моделі, ця технологія дає можливість проводити різні розрахунки (наприклад, енергоефективність та енергоспоживання будівлі, комплексні розрахунки на довготривалість, вогнестійкість та міцність як усієї будівлі, так і її окремих елементів) та аналіз отриманих результатів [136].

Із розвитком технологій будівництва, змінюються і вся проєктна документація ускладнюється, при цьому обсяг її неухильно зростає. Проєктувальники змушені обробляти все більше і більше інформації, яка випереджає і супроводжує процес роботи над проєктом. Потік інформації продовжує надходити і після здачі об'єкта в експлуатацію, оскільки зведена будівля тісно взаємодіє з навколишнім середовищем та іншими об'єктами. Для забезпечення ефективної експлуатації будівлі важливо приділяти увагу не тільки її зведенню, але й управлінню внутрішніми процесами життєзабезпечення. Зі зростанням складності проєкту та його вартості, ймовірність виникнення помилок збільшується в геометричній прогресії, що призводить до значних витрат при їх виникненні. У відповідь на ці проблеми була розроблена концепція інформаційного моделювання будівель (BIM), яка передбачає комплексний підхід до проєктування, що включає збір, зберігання та обробку всієї архітектурної, конструкторської, технологічної, економічної та іншої інформації про об'єкт як єдину систему. Це дозволяє розглядати будівлю та всі пов'язані з нею процеси як інтегрований об'єкт, забезпечуючи більш точне і цілісне управління проєктом.

Розвиток інформаційних технологій вимагає інноваційних методів у проєктуванні та розробці проєктно-кошторисної документації. Основний принцип BIM полягає в координації роботи різних учасників проєкту на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, що дозволяє ефективно впроваджувати,

оновлювати та використовувати інформацію. BIM забезпечує цифровий опис будівельного об'єкта, що охоплює параметри на всіх етапах: від проєктування і будівництва до експлуатації та демонтажу. Ключовою перевагою BIM є параметричне моделювання, яке дозволяє враховувати не лише геометричні та матеріальні характеристики об'єкта, але й фінансові та часові аспекти.

BIM сприяє створенню стратегії реалізації будівельних проєктів, інтегрованому управлінню графічними даними та інформаційними потоками, що дозволяє вирішувати складні завдання шляхом кооперації виконавців та інтеграції процесів. Це сприяє швидшому, ефективнішому та менш витратному виконанню операцій на всіх етапах життєвого циклу будівельного проєкту. Таким чином, BIM забезпечує комплексний підхід до управління проєктами, значно підвищуючи їх ефективність і надійність.

Такі прорахунки та наочні кошториси дають архітекторам зробити об'єктивний вибір, враховуючи бюджет та цілі об'єкта, та шукати альтернативи, щоб знизити витрати. Це може стосуватися як часу закупівлі матеріалів, так і вибору економічних матеріалів, а також вибору на користь зібраних готових конструкцій або навпаки, 3D-друку на місці. Можна прорахувати вигоду застосування людино-годин або роботизованих механізмів, застосування дронів. Все задумане в проєкті завдяки оцифрованим даним та програмам, що вміють аналізувати та підбирати потрібне згідно з алгоритмами, можна побачити у чітких розрахунках і, найголовніше, у тривимірній моделі, яка «рухлива» і змінюється в залежності від вибору тих чи інших компонентів. [137, с. 210].

Висновки до Розділу 2

1. Дослідження, подані в тексті даного розділу, присвячені формуванню методичного базису роботи. До його складу було залучено наступні методи і моделі прийняття рішень: а) процесні, організаційно-структурні та організаційно-технологічні моделі будівельного девелопменту; б) організаційно-технологічні, графо-аналітичні сіткові моделі та BIM-інструменти формалізованої деталізації ДБП за стадіями, комплексами та роботами; в) абстрактно-логічний аналіз, системний, процесний та ситуаційний підходи в адмініструванні підприємствами-учасниками ДБП; г) моделі застосування «нечітко-логічного висновку» та fuzzy-технології; д) методичні підходи та моделі SMART-управління та «управління за відхиленнями»; е) теорія організаційної зрілості, підходи адміністрування проектом у форматі «проектного офісу»; ж) методичні підходи та моделі формування управлінського регламенту щодо участі окремої організації-виконавця в циклі та середовищі ДБП.

Для підвищення організаційно-технологічної надійності пропонується використовувати оптимізаційні заходи відповідно до розробленої структурно-логічної схеми. Ця схема є механізмом для управління ризиковими ситуаціями та їх наслідками, необхідним для підвищення надійності усього будівельного процесу. Використання оптимізаційних заходів з підвищення організаційно-технологічної надійності запропоновано реалізовувати за розробленою структурно-логічною схемою, що являє собою механізм протидії ризиковим ситуаціям та їх наслідкам і необхідна для підвищення надійності всього будівельного процесу.

2. Для детального визначення компонентів формування діагностично-інформаційної підсистеми забезпечення надійності виконавців була розроблена блокова SADT-модель. Це дозволяє регламентувати всі етапи програм розвитку, включаючи врахування функціонально-технологічної надійності виконавців, зниження впливу процесів відхилень у будівництві, раціональне використання фінансових ресурсів тощо. Крім того, це дозволяє прогнозувати

та планувати інвестиційні процеси у майбутньому, розробляти стратегії підвищення інвестиційної привабливості та іміджу підприємства на основі надійних характеристик виконавців.

3. В процесі досліджень обгрунтовано, що для дієвої роботи діагностично-інформаційної підсистеми забезпечення надійності виконавців мають бути розроблені управлінські блоки (на ґрунті SADT-моделювання). Ці блоки мають відображати різний зміст організаційно-управлінських, технологічних та інших заходів, спрямованих на поліпшення стану ФТН через наступні кроки:

а) моніторинг технічного стану та функціональності обладнання, використовуваних організацією-субпідрядником матеріалів, аналіз історії тенхологічних та логістичних збоїв;

б) формування команди (цільової групи) та відповідальних для підтримання надійності, упередження деструкцій;

в) розробка спеціального програмного забезпечення для збору та аналізу даних про надійність;

г) проведення тренінгів управлінського та робочого персоналу з питань ФТН, залучення до передових виробничих, комунікативних та операційних технологій;

д) врахування впливу сучасних тенденцій будівельного девелопменту, BIM-технологій та SMART-управління та технічного адаптогенезу.

Впровадження цих кроків дозволяє регламентувати всі етапи програм забезпечення надійного поступального розвитку організації, включаючи врахування функціонально-технологічної надійності виконавців, зниження впливу процесів відхилень у будівництві, раціональне використання фінансових ресурсів тощо. Крім того, це дозволяє прогнозувати та планувати інвестиційні процеси у майбутньому, розробляти стратегії підвищення інвестиційної привабливості та іміджу підприємства на основі надійних характеристик виконавців.

4. Доведено, що надійність організаційної системи визначається ймовірністю того, що значення контрольованих параметрів не виходять за межі допустимих відхилень. Параметричні відмови призводять до накопичення негативних тенденцій у системі, і управління полягає в виявленні їх на ранніх стадіях для збільшення часу для компенсації ще до досягнення межі допустимих відхилень. Імплементация методу "управління за відхиленнями" до параметрів системної надійності організацій-виконавців будівництва є доцільною згідно з розглянутими особливостями.

Розділ 3. Науково-аналітичні та прикладні інновації в забезпеченні функціонально-технологічної надійності виконавців девелоперських будівельних проєктів

3.1. Прикладні компоненти та ризик-ідентифікація будівельного проєкту через стан надійності його виконавців

Успіх інвестиційно-будівельного проєкту визначається сукупністю різноманітних факторів, як зовнішніх, так і внутрішніх. Зовнішні фактори можуть створювати невизначеність, що підвищує ризик негативних наслідків, включаючи матеріальні, фінансові, часові втрати, втрату репутації, а також шкоду навколишньому середовищу. Для уникнення таких наслідків під час розробки проєкту проводиться детальний якісний та кількісний аналіз ризиків. На основі цього аналізу формуються заходи для зниження ризиків і підвищення надійності досягнення запланованих показників проєкту, зокрема щодо своєчасного введення об'єкта в експлуатацію. [138 с.175]

Однією з основних розрахункових концепцій у галузі будівельної індустрії при розвитку економічного потенціалу підприємства є інвестиційні ризики. Системно проведений аналіз ризиків і правильний їх розрахунок має дати інвестору, будь то зовнішній інвестор або саме підприємство, впевненість у надійності механізму повернення вкладених коштів.

У процесі аналізу й оцінки інвестиційних проєктів доводиться вирішувати такі завдання [138; 167]:

- оцінка абсолютної ефективності проєктів, тобто перевірка виконання умови: значимість результатів, що досягаються вище значущості необхідних витрат (витрати ресурсів);
- оцінка можливості здійснення проєктів з урахуванням всіх наявних обмежень технічного, фінансового, економічного, екологічного, соціально-політичного та іншого характеру;

– оцінка порівняльної ефективності проєктів, тобто зіставлення альтернативних проєктів (варіантів) із метою відбору більш доцільних.

У системі принципів оцінки ефективності інвестиційних проєктів у роботі [139] чітко виділені три структурні групи:

– *методологічні принципи*, тобто найбільші загальні, які стосуються концептуальної сторони справи і мало залежать від специфіки розглянутого проєкту;

– *методичні принципи*, тобто ті, які вже безпосередньо пов'язані з проєктом, його специфікою, економічною і фінансовою привабливістю проєкту;

– *операційні принципи*, тобто ті, які полегшують процес оцінки ефективності проєкту з інформаційно-обчислювальної точки зору.

До основних принципів управління ризиками можна зарахувати такі:

1) всі дії в ході управління ризиками варто проводити з використанням методів командної роботи, з метою об'єднання знань, навичок і зусиль;

2) керівники будівельної організації зобов'язані доводити весь спектр інформації щодо ризиків до кожного працівника, а персонал має виявляти поточні та можливі в майбутньому проблеми. Тобто необхідно забезпечити вільний рух інформації між усіма рівнями управління;

3) обговорення майбутніх подій в очікуванні гіршого розвитку сценаріїв дає змогу ефективно ідентифікувати потенційні проблеми реалізації інвестиційно-будівельного проєкту і, перш ніж вони можуть відбутися, розробити стратегії дій, що збільшують ймовірність успішного результату;

4) інтеграція управління ризиками в систему управління будівництвом через підвищення статусу управління ризиками до щоденних дій із попередження кризових ситуацій. При цьому своєчасне, постійне і точне використання технологій управління ризиками забезпечує впорядковане прийняття рішень та ефективне використання ресурсів. [138]

Взаємозв'язок ризиків у процесі реалізації інвестиційного будівельного проєкту наведений на рис.3.1. [138]

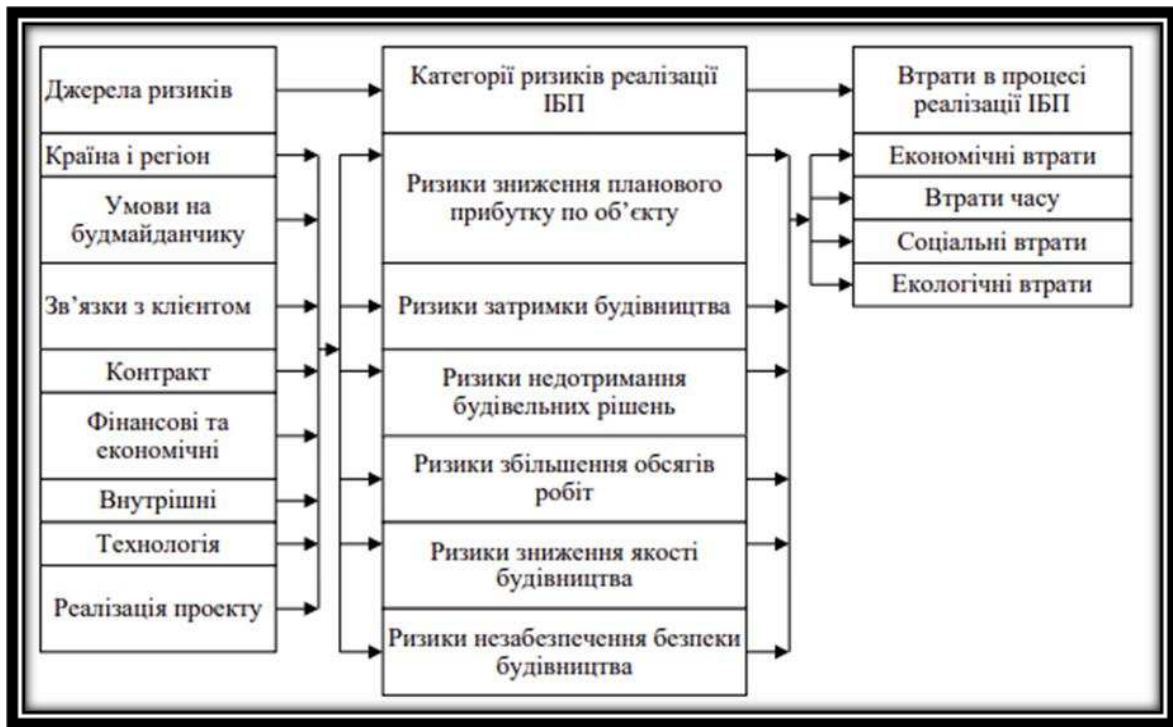


Рис.3.1. Взаємозв'язок ризиків в процесі реалізації інвестиційного будівельного проекту [138]

Світовий стандарт Керівництво до зводу знань з управління проектами PMBoK (Project Management Body of Knowledge – PMBoK) [140] представляє собою набір знань провідних фахівців в сфері управління проектами. В даному стандарті описується суть процесів управління проектами в термінах інтеграції між процесами та взаємодія між ними, а також основні цілі, яким вони служать. Стандарт включає основні розділи з управління проектами, серед яких значущим є управління ризиками проекту [141].

За визначенням стандарту PMBoK, *проектний ризик* – це невизначена подія або умова, яка в разі виникнення має позитивний чи негативний вплив, щонайменше, на одну з цілей проекту, наприклад: строки, вартість, зміст або якість (залежно від конкретного проекту: коли мета проекту визначена як задача результатів згідно з визначеним розкладом або як задача результатів, що не перевищують за вартістю обумовленого бюджету і т.д.). Ризик може бути викликаний однією подією або декількома причинами і в разі виникнення може впливати на один або декілька чинників.

На основі рекомендацій стандарту PMBoK, де пропонується ієрархічне уявлення ризиків згідно категоріям ризиків (*Risk BreakdownStructure – RBS*) (рис.3.2), ідентифікуємо основні проєктні ризики, що виникають на будівельних підприємствах (табл.3.1).

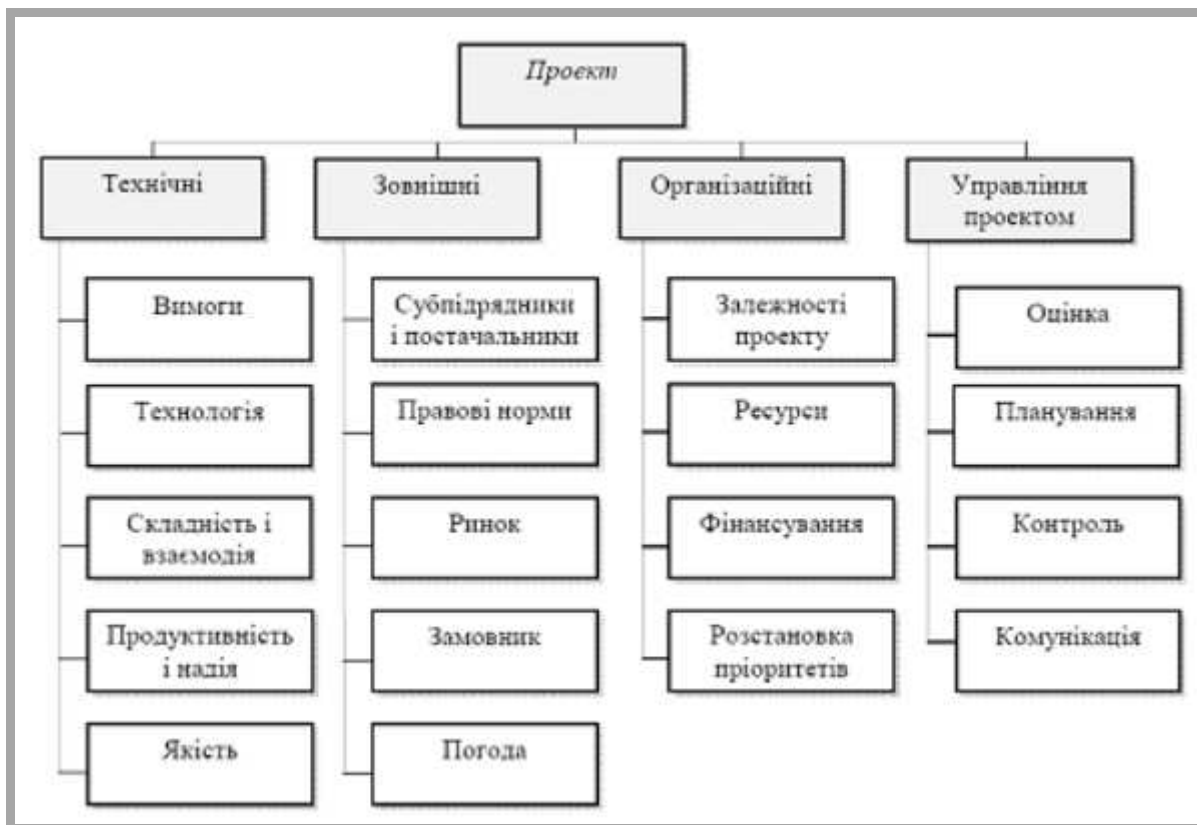


Рис.3.2. Ієрархічна структура ризиків - RiskBreakdownStructure [141]

Ієрархічна структура ризиків (RBS) включає три основні категорії, які сприяють якісному розподілу ризиків: технічні, зовнішні та організаційні. Це допомагає команді проєкту розглянути безліч джерел, з яких можуть виникати ризики проєкту, під час виконання процедури ідентифікації ризиків. Різним типам проєктів відповідають різні структури RBS. Організація може використовувати розроблену заздалегідь схему категоризації ризиків, яка може приймати форму простого списку категорій або оформлятися у вигляді RBS.

Ідентифікація більшої кількості проєктних ризиків будівельних підприємств дає можливість в подальшому розробити більш детальний план управління ризиками, з метою інтеграції цього плану на підприємствах ідентичної галузі. Це дозволить зменшити вплив проєктних ризиків та

забезпечити сталий розвиток підприємств будівельної галузі, задовольняючи потреби сучасного суспільства.

З огляду на специфіку проєктної організації, ризики в будівельній діяльності виникають на кожній стадії життєвого циклу проєкту (табл. 3.1), що обумовлюється різноманіттям будівельних робіт та складністю стосунків між учасниками процесу.

Таблиця 3.1

Проєктні ризики за фазами життєвого циклу

Види ризику	Основні причини та наслідки ризику
I. Передінвестиційна фаза	
1.1. Помилки в оцінці альтернативних технологій і вибір технології та обладнання для даного проєкту	1.1.1. Нестабільна робота 1.1.2. Недосягнення вимог щодо якості в силу технологічних факторів
1.2. Завищена оцінка рівня попиту на продукцію по об'єму, асортименту та якості	1.2.1. Невикористання до кінця проєктної потужності підприємства 1.2.2. Випуск продукції, яка не відповідає вимогам споживачів
1.3. Невдале розміщення проєкту (будівельного об'єкта)	1.3.1. Віддалена відстань від основних районів збуту 1.3.2. Високий рівень витрат на транспорт
II. Інвестиційна фаза	
2.1. Ризик неповного фінансування або затримка у фінансуванні	2.1.1. Зростання процентних ставок за кредитами 2.1.2. Нестійкий фінансовий стан інвесторів 2.1.3. Фінансова криза в країні замовника
2.2. Занадто довга тривалість процесу створення проєкту	2.2.1. Нестабільна робота 2.2.2. Зміни в законодавстві
2.3. Потреба в більших інвестиціях	2.3.1. Невизначеність попиту на проєкт 2.3.2. Зміни в проєктних роботах
2.4. Ризик збільшення контрактних термінів будівництва і зриву терміну пуску в експлуатацію	2.4.1. Помилки в складанні графіка будівництва 2.4.2. Незадовільні управління і організація будівництва 2.4.3. Зрив підрядниками контрактних зобов'язань за термінами і якістю поставок, за терміном і якістю будівельних і монтажних робіт 2.4.4. Затримка у виготовленні і поставках будівельних матеріалів, конструкцій та обладнання 2.4.5. Помилка в комплектації устаткування
2.5. Перевищення кошторисної вартості будівництва	2.5.1. Підвищення цін на будівельні матеріали, обладнання, транспортні тарифи тощо. 2.5.2. Помилки в розрахунках конструкцій, обладнання та технології 2.5.3. Зміна мит і зборів 2.5.4. Зміна ставок податків

III. Експлуатаційна фаза	
3.1. Ризик неосвоєння проєктної потужності	3.1.1. Погіршення якості сировинних матеріалів 3.1.2. Приховані дефекти устаткування 3.1.3. Недотримання жорстких вимог технології 3.1.4. Незадовільне оперативне керівництво
3.2. Ризик збільшення витрат виробництва в порівнянні з проєктними	3.2.1. Збільшення цін на сировину, енергоносії 3.2.2. Погіршення фактичних якісних характеристик сировини і матеріалів у порівнянні з проєктними
3.3. Недотримання коштів за реалізований проєкт	3.3.1. Зниження фінансової стабільності підприємства 3.3.2. Втрата довіри з боку замовників

Джерело: [142]

Процес ідентифікації ризиків, які можуть впливати на проєкт, потребує документування їх характеристик. Ключова вигода даного процесу полягає в документуванні існуючих ризиків, а також в знаннях і можливостях, які це надає команді проєкту для того, щоб передбачити можливі події.

Виявлені ризики, причини та наслідки ризиків повинні бути зареєстровані, відповідно, для кожного ризику пропонуються заходи реагування на них. Стандартом РМВоК пропонується використання базових стратегій реагування на проєктні ризики (табл.3.2).

Таблиця 3.2

Базові стратегії реагування на проєктні ризики [141]

<i>Стратегії реагування на негативні ризики (загрози)</i>		<i>Стратегії реагування на позитивні ризики (сприятливі можливості)</i>	
<i>Ухилення</i>	команда проєкту діє з метою усунення загрози або захисту проєкту від її впливу	<i>Використання</i>	стратегія використовується для реагування на ризики з позитивним впливом, якщо з точки зору організації необхідно, щоб дана сприятлива можливість гарантовано була реалізована
<i>Передача</i>	команда проєкту перекладає наслідки настання загрози разом з відповідальністю за реагування на третю сторону	<i>Збільшення</i>	стратегія використовується для підвищення ймовірності та / або позитивного впливу слушної нагоди
<i>Зниження</i>	команда проєкту діє з метою зменшення ймовірності виникнення або впливу ризику. Вона передбачає зменшення ймовірності та / або впливу несприятливого ризику до прийнятних граничних рівнів	<i>Поділ</i>	поділ позитивного ризику має на увазі передачу частини або всієї відповідальності за сприятливу можливість третій стороні, здатній краще за інших скористатися даною сприятливою можливістю в інтересах проєкту
<i>Прийняття</i>	команда проєкту вирішує визнати ризик і не робити будь-яких дій до настання ризику	<i>Прийняття</i>	бажання скористатися перевагою сприятливої можливості в разі її настання без активного її переслідування.

Стратегії реагування на негативні ризики, а саме ухилення і зниження, як правило, характерні для реагування на критичні ризики з високим ступенем впливу, в той час як стратегії передачі й прийняття - для реагування на менш критичні загрози з низьким ступенем впливу.

Стратегії реагування на позитивні ризики більше сприймається як можливості для підприємства, які гарантовано повинні бути реалізовані в інтересах проєкту. Основними з них є три стратегії: використання, збільшення і поділу, стратегія прийняття характерна як у випадку загрозової ситуації, так і при настанні сприятливих можливостей.

В результаті дослідження ризик-варіацій девелоперського будівельного проєкту, визначено, що вплив зовнішніх та внутрішніх ризик-факторів реалізації такого проєкту на пряму корелюється з організаціями-виконавцями відповідних підрядних робіт, що визначає та підтверджує ключову ідею даного дослідження – шляхом управління рівнем надійності виконавців будівельних проєктів девелопер може забезпечити надійність виконання відповідного ДБП.

Представимо **провідний результат дослідження - інструментарій функціонально-технологічного забезпечення надійності організацій-виконавців будівельних проєктів** у вигляді системи трьох модулів (рис.3.3).

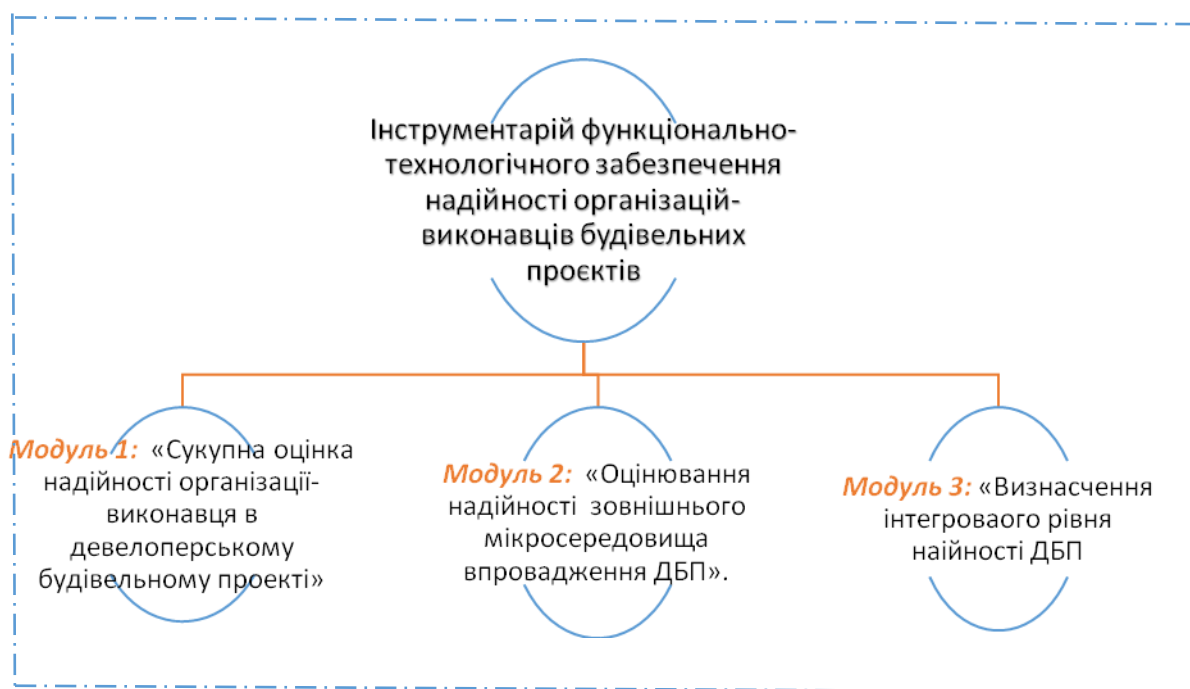


Рис.3.3. Система модулів провідного результату дослідження (авторська розробка)

У зв'язку з діяльністю фірм-девелоперів в будівництві як розпорядників ресурсів інвестора, щоб забезпечити відповідність організаційно-технологічних та економічних моделей будівництва «новим завданням організації-девелопера щодо додержання вимог замовника в рамках девелоперської угоди» [35], слід оновити критеріальну базу таких моделей згідно з запровадженням поняття «функціонально-технологічна надійність» для підприємств та організацій-виконавців загально-будівельних та спеціальних робіт ¹⁴³.

Запроваджене поняття «функціонально-технологічна надійність» організацій-виконавців запроваджена як комплексна категорія спроможна відобразити інтегровані вимоги, які пред'являються до виконавців будівельного проекту замовником, девелопером або генеральним підрядником як щодо термінів та якості виконуваних робіт, так і щодо додержання вартісно-бюджетних умов при їх виконанні.

Оцінка організацій-виконавців здійснюється за 12 факторами, що системно оцінюють виробничу, інноваційно-технологічну надійність організації-виконавців, фінансову дисципліну, ефективність ресурсного обігу та інші аспекти діяльності на будівельному ринку.

З метою формалізації оцінювання системи надійності виконавців введемо ряд елементів та їх характеристик, що надалі будуть застосовані в Модулі 1 - «Сукупна оцінка надійності організації-виконавця в девелоперському будівельному проєкті».

$$ZQ(w) \rightarrow FQ(m,w) \text{перв} \rightarrow w \quad (1)$$

$$FQ(m,w) \rightarrow ZQ(w) \rightarrow DL(m,w) * \beta(w) \rightarrow LR(j) \check{N}, \text{ при } \check{N} \rightarrow \infty \quad (2)$$

$$IGL \lambda j \rightarrow ZQ(w) / FQ(m,w) \rightarrow LR(j) \quad (3)$$

Вираз (1) відображає формалізацію процесів оцінювання *фактичного значення стану організації-субпідрядника за окремим фактором, яка надалі разом із $ZQ(w)$ трансформуватиметься в первинний індикатор моделі з порядковим номером w організації-виконавця у процесі тендеру.*

Вираз (2) означає передачу електронних матриць від програмних модулів вибору організацій-виконавців до програмних блоків, що здійснюють

формування інтегрованого індексу виробничо-технологічної, виконавчо-організаційної конкурентоспроможності» підприємства-субпідрядника результуючий показник моделі для m -го субпідрядника (з числа всіх виконавців \check{N}), що сполучає оцінки за первинними індикаторами.

Вираз (3) формує підсумковий інтегральний показник модуля, який оцінює рівень виробничо-технологічної, виконавчо-організаційної конкурентоспроможності всіх субпідрядників проекту, середньо пропорційно частці λ_j

Таблиця 3.3

Характеристики оцінювання надійності виконавців

Індикативний фактор моделі	Характеристика введеного індикативного фактору надійності виконавців
ZQ(w)	зразкове (за узгодженою думкою девелопера та замовника) значення фактору, що надалі – разом із FQ(m,w) трансформуватиметься в первинний індикатор моделі з порядковим номером w
FQ(m,w)	фактичне значення стану організації-субпідрядника за окремим фактором, яка надалі разом із ZQ(w) трансформуватиметься в первинний індикатор моделі з порядковим номером w
DL(m,w)	значення первинного індикатору моделі за фактором з порядковим номером w для організації-субпідрядника з порядковим номером m , частка одиниці
β(w)	«важіль факторних пріоритетів» в моделі, або ваговий коефіцієнт внеску значення індикатора DL(m,w) в значення RezL(m) , частка одиниці
LR(j)	«інтегрований індекс виробничо-технологічної, виконавчо-організаційної конкурентоспроможності» підприємства-субпідрядника результуючий показник моделі для m -го субпідрядника (з числа всіх виконавців \check{N}), що сполучає оцінки за первинними індикаторами, частка одиниці
IGL	підсумковий інтегральний показник модуля, який оцінює рівень виробничо-технологічної, виконавчо-організаційної конкурентоспроможності всіх субпідрядників проекту, середньо пропорційно частці λ_j

Джерело: авторська розробка

На основі розробленої математичної моделі та матриці первинного оцінювання організації-субпідрядників як виконавців ДБП, яку було подано у Таблиці 3.3 пункту 2.3, здійснено оцінку девелопером субпідрядників (виконавців) проекту. Фрагмент формування такого оцінювання наведено на рис.3.4.

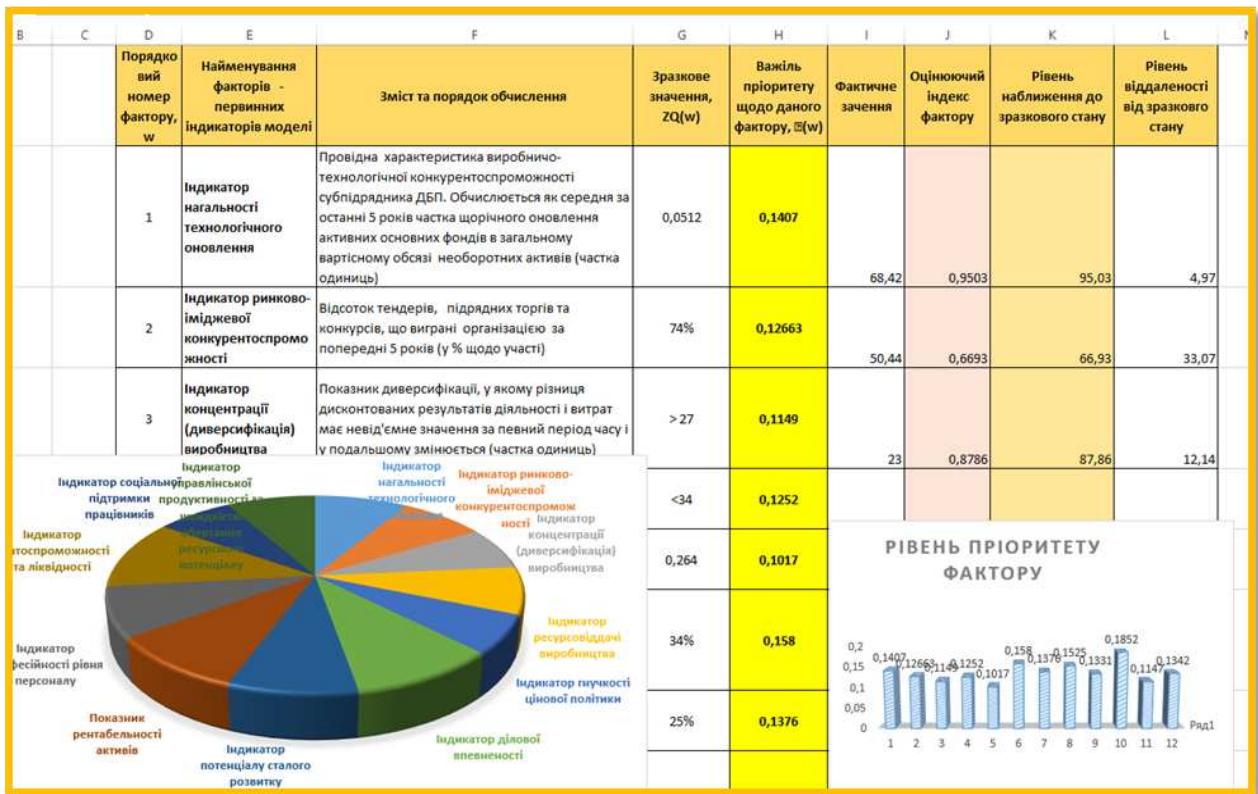


Рис.3.4. Фрагмент матриці оцінки девелопером субпідрядників (виконавців) проєкту.

Результатом використання розробленої матриці оцінки девелопером субпідрядників (виконавців) проєкту є *розрахунок підсумкового інтегрального показника модуля, що ґрунтується на визначеному наборі зважених факторів, кожен з яких прирівняно до відповідного встановленого нормативно-зразкового значення, що дає змогу ідентифікувати рівень наближеності та віддаленості кожного з факторів від еталонного стану.*

Наступним етапом Модуля 1 передбачено формалізацію переходу від універсальних оцінок по факторам до оцінок за дискретними станами надійності організацій-виконавців (претендентів).

Формалізація переходу від універсальних оцінок по факторам до оцінок за дискретними станами надійності організацій-виконавців (претендентів).

№ стану, IDF _j	Діапазон оцінок по факторам в балах		Вербальна оцінка стану організацій-претендентів по окремим факторам
	нижня межа	верхня межа	
1	-	<35	стан незадовільний, ресурс для виходу на задовільний рівень втрачено, участь виконавця в проєкті відхилено
2	36	74	стан мінімально-достатнього виконання вимог, участь у проєкті в полі постійного моніторингу
3	75	97	виконання вимог та нормативів на середньо-достатньому рівні, участь у проєкті прийнятна
4	98	104	галузеві та нормативні вимоги задовольняються повністю
5	105	115	рівень оцінки за цією ознакою вищий, ніж середньогалузеві та нормативні вимоги

Джерело: сформовано автором

Оцінки організацій-виконавців за факторами дають підстави девелоперу оцінити функціонально-технологічну надійність виконавців за універсальною шкалою відносних одиниць (від 0 до 115).

Цій шкалі відповідають семантичні оцінки стану організації від окремих факторів до оцінки за дискретними станами надійності організацій-виконавців (претендентів) - від *«незадовільний стан, ресурс для виходу на задовільний рівень втрачено, участь виконавця в проєкті відхилено»*, що означає вилучення організації з переліку виконавців, до стану *«рівень оцінки за цією ознакою вищий, ніж середньогалузеві та нормативні вимоги»*, що означає найвищий рівень довіри до відповідного виконавця ДБП.

Наступним елементом формування інструментарію функціонально-технологічного забезпечення надійності організацій-виконавців будівельних проєктів є Модуль 2 «Оцінювання надійності зовнішнього мікросередовища впровадження ДБП».

Мікросередовище являє собою сукупність зовнішніх щодо підприємства суб'єктів і сил, які безпосередньо впливають на його діяльність і які, в свою

чергу, перебувають під впливом цієї діяльності. Іншими словами, *мікросередовище* — це партнерське середовище, суб'єктами якого є підприємства, організації й установи, що мають безпосереднє відношення до підприємства і з якими воно вступає в певні виробничі, економічні, фінансові та організаційно-господарські стосунки.[144]

Ці стосунки оформляються через відповідні ділові угоди, які не обов'язково повинні бути юридично оформлені. В умовах розвинутого ринку, де партнерство будується на довірі, ділові угоди часом укладаються усно і виконуються партнерами не менш ретельно, ніж угоди письмові.

Зміни, що відбуваються в мікросередовищі, безпосередньо зачіпають економічні інтереси будівельних підприємств, оскільки саме завдяки партнерським зв'язкам вони отримують прибуток. Більше того, без таких зв'язків не змогли б одержати прибутку і партнери підприємства.

Ця взаємозалежність партнерів в умовах розвинутих ринкових відносин призводить до того, що відбувається конкуренція не просто між окремими однопрофільними підприємствами, а між комплексами підприємств, які поєднані між собою партнерськими зв'язками. В кожному з таких комплексів будь-яке підприємство зацікавлене в тому, щоб його партнери працювали ефективно. [145]

Відносини між партнерами повинні бути чесними і відвертими, оскільки порушення договорів без поважних на те причин, інтриги, намагання обдурити партнерів призведуть до того, що в майбутньому ніхто з таким підприємством не укладатиме ділові угоди, а в умовах ринку це означатиме його повний крах як юридичної особи, суб'єкта господарської діяльності.

Складовими мікросередовища, в якому функціонують будівельні підприємства, є:

- споживачі будівельної продукції;
- посередники;

- постачальники необхідних будівельних ресурсів;
- сервісні підприємства й організації, що надають певні виробничі/технічні послуги будівельним підприємствам;
- фінансово-кредитні установи;
- юридичні контори;
- найближчі конкуренти. [146]

Ключовим елементом даного модуля є реалізація апарату формалізованого опису та оцінювання середовища ДБП (табл.2), який передбачає наступні розрахунково-аналітичні етапи, що в подальшому виступають базисами для визначення функціонально-технологічної надійності організацій виконавців будівельних проєктів:

- 1) формування та узгодження змісту і переліку факторів, що підлягатимуть наступній нечітко-логічній оцінці;
- 2) запровадження апарату трансформації нечітко-логічних описів в детерміновані (кількісні) оцінки, шляхом сполучення алгоритмів нечіткої-логіки та експертно-евристичного оцінювання;
- 3) наступний перехід від бально-лінгвістичних описів стану зовнішнього мікросередовища ДБП об'єкту (по факторам і в цілому) в кількісні оцінки;
- 4) інтерпретація результатів використання моделі – врахування її підсумкових показників в організаційно-технологічних характеристиках підготовки та організації будівництва в складі циклу ДБП по окремим роботам і виконавцям.

Структура формування номенклатури та угруповання факторів нечітко-логічного та експертного оцінювання мікросередовища ДБП у житловому будівництві подано у Табл.3.5.

Таблиця 3.5

Номенклатура та угруповання факторів нечітко-логічного та експертного оцінювання мікросередовища ДБП у житловому будівництві

Шифр фактору (k,m)	Зміст фактору	Найменування груп(порядковий номер j)
11	Вияв ставлення громади мікрорайону до розташування об'єкту житлового будівництва, до факту ініціації проекту та ходу будівництва як факту загрози сповільнення циклу ДБП чи призупинення процесів підготовки і будівництва	Група 1 - Оцінка потенційних інституційних перешкод та можливих небезпек збоку безпосереднього оточення
12	Вияв загроз (щодо можливостей сповільнення та зриву) на хід циклу ДБП збоку виконавчої влади.	
13	Визначення та вияв загроз та небезпек виконання девелоперського проекту з боку компаній-конкурентів	
22	Вияв впливу міри неординарності (унікальності) архітектурно-конструктивних та організаційно-технологічних рішень на складність циклу підготовки та організації будівництва в рамках даного проекту	Група 2 - Оцінювання рівня якості девелопменту та оргструктури адміністрування проекту щодо протистояння загрозам проекту
23	Вияв рівня забезпеченості інвестиційними ресурсами та якість характеру взаємодії із зовнішніми фінансово-кредитними установами	
24	Визначення злагодженості структурних підрозділів організаційно-управлінської структури девелопера та процесів їх взаємодії на різних етапах реалізації життєвого циклу проекту	
25	Вияв рівня якості девелопменту щодо протистояння загрозам проекту	
26	Визначення злагодженості системи управління внутрішнім соціально-психологічним середовищем девелопера	
27	Вияв стану готовності очолюваної девелопером організаційно-адміністративної структури та професійності його команди до успішної підготовки будівництва та належного протистояння загрозам підготовчої та будівельної фаз циклу проекту	
31	Визначення фактору іміджу організації-виконавця девелоперського будівельного проекту на будівельному ринку при формуванні портфеля виконавців проекту	Група 3 - Оцінка іміджу та надійності виконавців через довіру девелопера
32	Вияв міри лояльності девелопера до організації-виконавця при виявленні відхилень на передінвестиційній фазі циклу проекту девелопменту	
33	Вияв міри довіри девелопера та замовника до виконавчо-організаційної надійності субпідрядників проекту щодо досягнення ними директивних вимог щодо інтенсивності та функціональної якості виконання будівельних та спеціальних комплексів робіт	

Джерело: сформовано автором

Таблиця 3.6

Шкала-матриця оцінки стану рівноваги проекту по факторам мікросередовища, що реалізована в другому модулі інструментарію

№ з/п	Назва нечіткої логічної оцінки стану ДБП за окремим фактором моделі	Змістовно-технічний опис міри впливу (міри загрози, сприятливості чи нейтралітету) даного фактору мікросередовища девелоперського проекту у житловому будівництві на хід процесів підготовки та будівництва в складі циклу «інвестування-підготовка-будівництво-введення в дію»	Рекомендований експертом діапазон дискретних оцінок, що адекватний лінгвістичним описам стану проекту за граф 2.
1	2	3	4
1	Абсолютна рівновага проекту в оцінці за цим фактором	Вплив мікросередовища на хід циклу ДБП за цим фактором оцінено як безпечний. Рівень управлінської готовності команди оргструктури управління проектом оцінюється як високо надійний та відповідний європейським стандартам девелопменту. Відхилення провідних характеристик циклу ДБП не очікується	105-115
2	Стан належної рівноваги проекту	Вплив фактору оцінено як безпечний для ходу виконання робіт з підготовки та будівництва. Рівень управлінської реалізованості, якість девелопменту та готовність оргструктури проекту оцінюються як високий. Можливі відхилення організаційно-технологічних та вартісно-бюджетних характеристик від запланованих (директивних) ходу виконання проекту очікуються як значно нижчі за ті, що статистично оцінені як середньогалузеві	98-104
3	Стан рівноважності проекту	Фактор оцінено як рівноважний для ходу виконання проекту. Рівень та якість девелопменту оцінено як середні, наявні деякі недоліки управлінської компоненти. Показники можливих відхилень за ходом виконання проекту оцінено в межах середньогалузевих значень	75-97
4	Стан загрози циклу	Оцінка мікросередовища проекту за даним фактором дає підстави оцінити рівень девелопменту проекту як недостатньо відповідний рівню загроз, що може спричинити вельми значні відхилення організаційно-технологічних та бюджетних параметрів ДБП та становити пряму загрозу провідним учасникам реалізації проекту	36-74
5	Стан повної втрати рівноваги	Оцінка мікросередовища проекту за даним фактором надає обґрунтовані підстави вважати високо ймовірним настання деструктивних обставин, що призведуть до призупинення проекту та руйнації економічної стратегії провідних учасників проекту	<35

Джерело: розроблено автором

Розроблена номенклатура факторів нечітко-логічного та експертного оцінювання мікросередовища ДБП у житловому будівництві включає в себе елементи комбіновані за трьома групами (див. табл. 3.6):

- I. Група 1 - Оцінка потенційних інституційних перешкод та можливих небезпек збоку безпосереднього оточення
 - II. Група 2 - Оцінювання рівня якості девелопменту та оргструктури адміністрування проєкту щодо протистояння загрозам проєкту
 - III. Група 3 - Оцінка іміджу та надійності виконавців через довіру девелопера
- Запровадження апарату трансформації нечітко-логічних описів в детерміновані (кількісні) оцінки відбувається через сполучення алгоритмів нечіткої-логіки та експертно-евристичного оцінювання (fuzzylogic).

Оскільки нечіткі множини описуються функціями належності, а t-норми та k-норми звичайними математичними операціями, можна уявити нечіткі логічні міркування у вигляді нейронної мережі. Для цього функції приналежності треба інтерпретувати як функції активації нейронів, передачу сигналів як зв'язку, а логічні t-норми та k-норми, як спеціальні види нейронів, що виконують математичні відповідні операції.

Існує велика різноманітність подібних нейро-нечітких мереж. ANFIS (Adaptive Neuro fuzzy Inference System) — адаптивна нейро-нечітка система виводу.

$$\begin{aligned} R1: & \text{if } x_1 \text{ is } A_{11} \text{ and } x_2 \text{ is } A_{21} \text{ then } y \text{ is } B_1, \\ R2: & \text{if } x_1 \text{ is } A_{12} \text{ and } x_2 \text{ is } A_{22} \text{ then } y \text{ is } B_2, \end{aligned} \quad (1)$$

Де А та В це нечіткі множини, що визначені для відповідних нечітких змінних, які мають функції належності $\mu_{A_{ij}}(x)$ та $\mu_{B_j}(y)$. Надалі введення нечіткості fuzzyfication та функцій передумов для кожного окремої групи факторів мікросередовища ДБП матиме вигляд:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \mu_{A_{1j}}(x_{10}) \cap \mu_{A_{2j}}(x_{20}) \\ \alpha_2 &= \mu_{A_{1i}}(x_{10}) \cup \mu_{A_{2i}}(x_{20}) \end{aligned} \quad (2)$$

Нечітка композиція aggregation формується як функція належності всієї сукупності правил за відповідних висхідних сигналів факторів У:

$$\mu_{\Sigma}(y) = \mu_1(y) \cup \mu_2(y) \quad (3)$$

Зведення до чіткості defuzzification використовується при переводі нечіткої функції у відповідні значення. Для цього застосовуємо розроблену Шкалу-матрицю оцінки стану рівноваги проєкту по факторам мікросередовища, що реалізована в другому модулі інструментарію (Табл.3).

Змістовно-технічний опис міри впливу (міри загрози, сприятливості чи нейтралітету) певного фактору мікросередовища девелоперського проєкту у житловому будівництві на хід процесів підготовки та будівництва в складі циклу «інвестування-підготовка-будівництво-введення в дію» рекомендовано експертом у діапазоні дискретних оцінок, що адекватний лінгвістичним описам стану проєкту.

Таким чином, отримавши відповідну бальну оцінку певного фактору мікросередовища ДБП можна інтерпретувати нечітко-логічну оцінку стану ДБП за окремим фактором моделі отримавши оцінку від «абсолютної рівноваги» до «повної втрати рівноваги», що в свою чергу дає сигнал девелоперу про можливість довіри до обраних організацій-виконавців за якими проводилося оцінювання.

3.2. Реалізація процедур верифікації стану надійності виконавців в складі ВІМ-моделі адміністрування проєктів будівництва

З метою формування інтегрального показника загального рівня надійності ДБП за станом його внутрішнього та зовнішнього мікросередовища необхідно провести процедуру верифікації стану надійності виконавців, що слугуватиме базисом розробленої моделі. Для цього необхідно детальніше зупинитися на понятті верифікації та моделі її впровадження до системи надійності організацій-виконавців ДБП.

Верифікація (пізньолат. *verificatio*- підтвердження; лат. *verus*- істинний, *facio* - роблю) - доказ того, що вірогідний факт або твердження є істинним. Термін використовується залежно від того, як обґрунтовується істина: базується вона на приведенні одного доказу або аргументу — чи вона повинна підтверджуватися можливістю багаторазового відтворення, тобто перевірятися практикою. [147]

Принцип верифікації – це принцип встановлення осмисленості висловлювань, висунутий логічним позитивізмом. За принципом верифікації, висловлювання вважається осмисленим, якщо можна встановити його істинність або хибність.

Методики верифікації найчастіше застосовуються до корпоративної соціальної звітності, при цьому такі методики не є достатньо розробленими на рівні держави, а частково регулюється міжнародними стандартами з верифікації корпоративної соціальної звітності. Існуючі ж методики є поодинокими, розробленими окремими аудиторськими фірмами, консалтинговими фірмами або групами, та не розголошуються, оскільки є комерційною таємницею.¹⁴⁸

В даний час спостерігається тенденція до розширення методів верифікації на більш широкий спектр управлінських та організаційних елементів, що дає можливість адекватного застосування такої методики до формування функціонально-технологічного забезпечення надійності організацій-виконавців будівельного проєкту.

Враховуючи вимоги чинного законодавства, вимоги міжнародних стандартів верифікації, результати проведених вище досліджень, підхід до проведення процедури верифікації організацій-виконавців ДБП може бути представлений на рис.3.5.



Рис.3.5. Порядок здійснення процедури верифікації звітності сталого розвитку [

Якість перевірки та характеристика ризику встановлення невідповідностей під час процесу верифікації надійності виконавців, в першу чергу, залежить від компетенцій членів групи аудиторів девелоперської компанії.

Для визначення об'єкта в моделі верифікації стану надійності виконавців у складі систем виділено елемент ed – ресурс, що характеризує участь відповідної організації-виконавця у загальному комплексі ДБП [149, 150]:

$$rd : C_A \rightarrow E_d \mid \forall c \in C_A : e_d = rd(c), e_d \cup E_d.$$

Для створення процедури верифікації було додатково виділено поняття «функціональної одиниці системи» f - елементарної структурної складової системи оцінки надійності виконавця, що реалізує закінчений функціональний блок, для перевірки якого може бути розроблений один або більше автоматизованих або автоматичних перевірочних тестів:

$$F = (E_d, P, r) \mid \forall e_d, e_d \in E_d, \exists p, p \in P.$$

Особливість сучасних вбудованих систем полягає в тому, що архітектура системи теж стає адаптивною, для чого визначимо, що сукупність явних $UP(u)$ і неявних $UM(u)$ вимог користувача включає не тільки безліч елементів прототипу виконавця БП, але і безліч вимог до елементів апаратного забезпечення. Безліч ресурсів приймемо за E , безліч адаптивних елементів виконавця БП позначимо E_h . Тоді для адаптивної вбудованої системи будемо вважати

$$E = E_d \cup E_h, e \in E.$$

Для верифікації систем оцінки надійності візьмемо, за основу модель верифікації функціонально-орієнтованих систем [151], яка побудована на підставі поняття концепції:

$$MV = (interprototype, E_d, DB, rmv),$$

$$rmv : interprototype \rightarrow E_d \times DB \mid \forall e_a, e_a \in \{rp(a),$$

$$rm(a)\}, e_a \rightarrow e, e = \{e_d\}.$$

Для обчислення періоду формування показників надійності i -го підприємства-виконавця ДБП у інформаційно-вимірювальній системі скористаємося даними [152]:

$$\eta'_i = (1 + \omega_i) (\tau V \log_i + \sigma Verr_i) \left(\frac{\tau}{Varch_i} - \frac{1}{\upsilon_{net}} \right).$$

Результати верифікації представимо у вигляді множини

$$\langle Y_{Log}, Y_{Res}, Y_{resp} \rangle$$

З огляду на зазначені переваги, модель для верифікації систем з обмеженими ресурсами MV набуде вигляду:

$$MV = (\text{interprototype}, E_d, E_h, DB, \text{rmv}, Y, \eta),$$

$$\text{rmv} : \text{interprototype} \rightarrow E_d \times E_h \times DB \mid \forall e_a, e_a \in \{rp(a),$$

$$\text{rm}(a)\}, e_a \rightarrow e, e = \{e_d\}.$$

Таким чином, проведена верифікація надійності організацій виконавців дає змогу сформуванню моделі «Робота-матриця» із скоригованими параметрами, що є розрахунковою складовою третьої компоненти інструментарію Модуль 3 «Визначення інтегрованого рівня надійності ДБП».

Розроблені параметри моделі «Робота-матриця» включають шифр параметру, який присвоюється в форматі **fM1-1** та **fM2-2**, а також розширене тлумачення змісту відповідних параметричних компонент (Табл.3.7).

Таблиця 3.7

«Робота-матриця» із скоригованими параметрами як розрахункова складова третьої компоненти інструментарію: зміст параметрів

Шифр параметру	Зміст параметру роботи	Шифр параметру	Зміст параметру роботи
fM1-1	Найменування роботи та її код в загальній моделі ДБП	fM2-1	Найменування організації-субпідрядника (виконавця роботи)
fM1-2	Оцінка субпідрядника за другою компонентою, один.	fM2-2	Номер типу графіку щільності інтенсивності виконання робіт
fM1-3	Оцінка ДБП за першою компонентою	fM2-3	Електронна адреса графіку виконання роботи в локальних часових координатах
fM1-4	Кількість працюючих, осіб	fM2-4	Планова тривалість, роб. днів
fM1-5	Корелятор тривалості виконання роботи, індекс приросту	fM2-5	Відкорельована тривалість виконання даної роботи, роб. днів
fM1-6	Корелятор вартості (бюджету) виконання даної роботи субпідрядником проекту, індекс приросту	fM2-6	Планова кошторисна вартість виконання даної роботи, тис. грн.
fM1-7	Корелятор інтенсивності освоєння ресурсів, враховуючи інвестиційні, індекс приросту	fM2-7	Плановий показник графік використання ресурсів реалізації ДБП, тис. грн.
fM1-8	Оцінка темпу будівельно-підрядних робіт проведених на об'єкті будівництва, роб. днів	fM2-8	Визначена система будівельно-монтажних робіт закріплена за кожним виконавцем ДБП, роб. днів

fM1-9	Рівень технологічного оснащення ділянки будівництва, шт.	fM-2-9	Відкорельована кількість одиниць техніки, що необхідна для комплексної реалізації проєкту, шт.
fM1-10	Корелятор витрат за напрямками будівельних робіт на об'єкті, тис. грн.	fM-2-10	Відкорельований показник витрат (собівартості) комплексно за об'єктом будівництва, тис. грн.
fM1-11	Розрахунковий прибуток організації-виконавця по даній роботі, тис. грн.	fM-2-11	Розрахунковий операційний прибуток (фінансовий результат) девелопера при виконанні роботи, тис. грн.

Джерело: сформовано автором

На основі розробленої моделі «Робота матриці», що містить скориговані параметри для формування інтегрального рівня надійності виконавців ДБП, проведено розрахунково-аналітичні правки до визначення даних (див. рис.3.6)



Рис.3.6. План-графік виконання робіт окремим виконавцем з параметрами, скоригованими у відповідності з ідентифікованим станом надійності

Ідентифікація загального рівня надійності ДБП за станом його внутрішнього та зовнішнього мікросередовища визначається моделлю:

$$LR_{\Sigma} = \Omega_1 * \sum_{j=1-N} [IDF_j * \lambda_j] + \Omega_2 * IZS, \lambda_j = QW_j / QW_{\Sigma}, \text{ де}$$

j – порядковий номер окремого підприємства в складі виконавців ДБП;
 IDF_j - бальний вимір надійності виконавця за всіма факторами;
 λ_j - вартісна частка участі виконавця в проєкті виміряна відношенням кошторисної вартості всіх виконуваних ним робіт до підсумку зведеного кошторисного розрахунку проєкту;
 IZS - бальний вимір надійності зовнішнього середовища проєкту;
 Ω_1 - питомий внесок першого модуля в інтегрованій оцінці;
 Ω_2 - те ж,що до другого модуля;
 QW_{Σ} - підсумок зведеного кошторисного розрахунку проєкту;
 QW_j - вартість робіт в проєкті,які має виконувати підприємство-виконавець з порядковим номером j .

На основі розробленої інтегральної моделі було проведено оцінку готовності підприємства підрядного будівництва (ППБ) як виконавця проєкту до стабільного розвитку (рис.3.7)

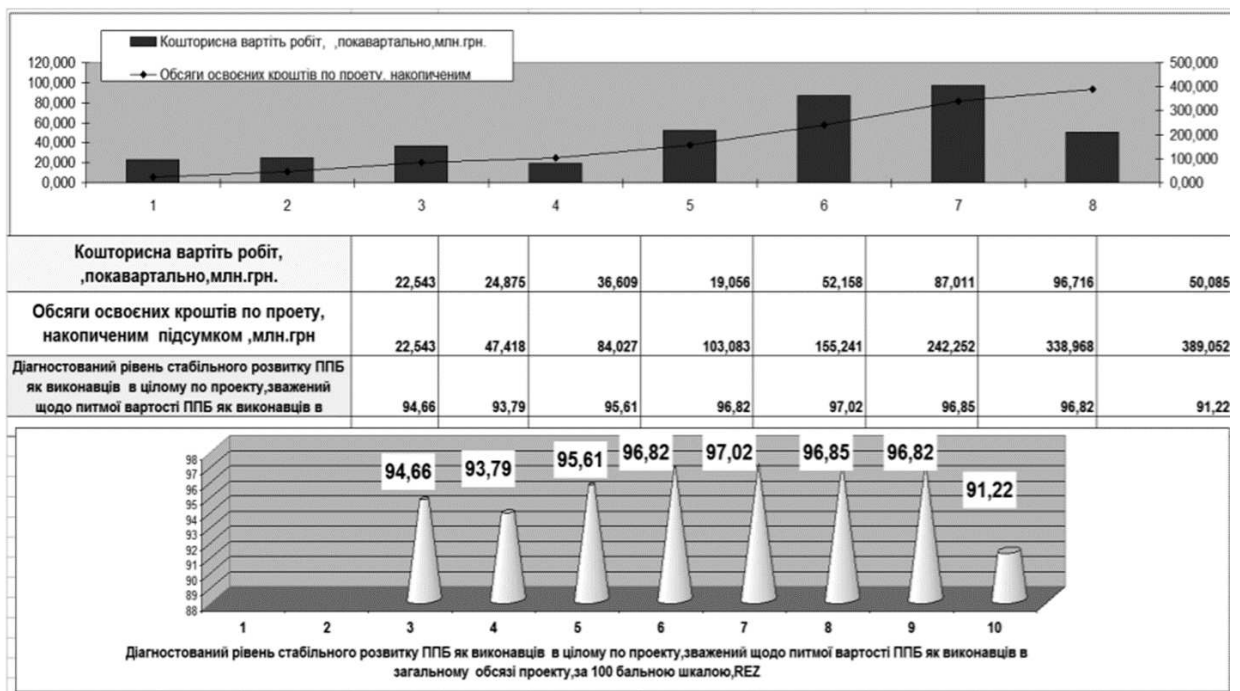


Рис.3.7. Оцінка готовності підприємства підрядного будівництва (ППБ) на основі інтегральної моделі.

Оскільки розроблений інструментарій оцінки надійності виконавців ґрунтується на комплексі трьох поетапних модулів, що в свою чергу містять

відповідний набір критеріїв та моделей, доцільним є імплементування системи функціонально-технологічної надійності до комплексу прикладних програм та відповідних модулів BIM-моделей адміністрування проектами будівництва.

На основі комплексу прикладних програм було проведено вимір чутливості фінансового результату будівельного підприємства (карта чутливості) щодо зменшення кошторисної вартості робіт, які виконуються ним як виконавцем (рис. 3.8).



Рис.3.8. Комплекс прикладних програм: карта чутливості (авторська розробка)

Проведені дослідження карти чутливості окремого будівельного підприємства, як виконавця девелопментського проекту будівництва свідчать про позитивний тренд у надійності даного конкретного виконавця, що слугує додатковим фактором залучення його до портфеля команди підрядних підприємств при реалізації будівельних проектів.

В той же час, формування надійності виконавця ДБП доцільно проводити в контексті порівняння аналогічних виконавців-конкурентів, з метою оцінювання альтернатив та визначення найкращої організації для співпраці.

Тому, на основі комплексу прикладних програм здійснено формування альтернатив організацій-виконавців будівництва з врахуванням стану надійності кожного з оцінюваних виконавців (рис.3.9).

	В	С	Д	Е	Ф	Г
	Місяці реалізації циклу БДП	Обсяги робіт за даною альтернативою календарного плану БДП, тис.грн.	Чистий грошовий потік проекту, тис.грн.	Адміністратив.-управл. витрати девелопера, тис.грн.	Сукупний рівень надійності виконавців в цілому по проекту (перша компонента), од.	NPV проекту, тис.грн.
4						
5	1	1927,15	0	179,22	0,89000	-1898,67
6	2	1648,31	0	153,29	0,90193	-3498,61
7	3	3251,53	0	302,39	0,91401	-6608,11
8	4	4458,35	0	414,63	0,88111	-10808,70
9	5	3459,45	0	321,73	0,84939	-14019,97
10	6	3356,62	0	312,17	0,88506	-17089,74
11	7	6848,39	0	636,90	0,92223	-23260,32
12	8	5486,13	4456,06	510,21	0,92223	-24174,72
13	9	4254,48	9007,35	395,67	0,92223	-20017,90
14	10	3356,62	13558,65	312,17	0,92223	-11227,14
15	11	7593,09	18109,94	706,16	0,87336	-2299,04
16	12	4988,56	22661,24	463,94	0,82707	12482,17
17	13	5895,51	27212,53	548,28	0,88662	30047,98
18	14	5895,51	9007,35	548,28	0,95045	32574,33
19	15	5947,46	1245,52	553,11	0,95045	28813,47
20	16	315,44	611,52	115,42	0,93440	29046,79
21	17	356,45	736,54	102,72	0,93440	29341,89
22	18	402,79	385,79	91,42	0,93440	29328,89
23	Разом	69441,82	106992,50	666,71		

Стан надійності всіх виконавців виконано у відносній мірі забезпечення директивного рівня девелопера 100 балів

Рис.3.9. Формування портфелю альтернатив надійності-виконавців ДБП (авторська розробка)

Розглянуті у попередньому розділі переваги ВІМ-моделей дають можливість поєднувати процедури оцінки надійності виконавців будівельних проектів, їх верифікації та адміністрування з сучасними цифровими технологіями управління даними.

Запропонований інтегральний показник адаптовано до синергії з сучасними програмними комплексами, що побудовані на основі ВІМ-моделей.

Відповідно до описаних принципів було побудовано «дорожню карту» реалізації ДБП за стадіями, процесами та виконавцями, яка розроблена на базі ВІМ-моделювання (див. рис.3.10).


	Initiating	Planning	Executing	Monitoring & Controlling	Closing
4.0 Integration 7	4.1 Develop project charter	4.2 Develop project management plan	4.3 Direct & manage project work 4.4 Manage Project Knowledge	4.5 Monitor and control project work 4.6 Perform integrated change control	4.7 Close project or phase
5.0 Scope 6		5.1 Plan scope management 5.2 Collect requirements 5.3 Define scope 5.4 Create WBS	New Process	5.5 Validate Scope 5.6 Control Scope	
6.0 Time Schedule 6 Name Changed		6.1 Plan schedule management 6.2 Define activities 6.3 Sequence activities Estimate activity resources 6.4 Estimate activity durations 6.5 Develop schedule	Moved to Project Resource Management	6.6 Control Schedule	
7.0 Cost 4		7.1 Plan cost management 7.2 Estimate costs 7.3 Determine budget	Name Changed	7.4 Control Cost	
8.0 Quality 3 Name Changed		8.1 Plan quality management	8.2 Manage quality	8.3 Control quality New Process	
9.0 Human Resource 6 Name Changed		9.1 Plan resource management 9.2 Estimate activity resources	9.3 Acquire project team Resources 9.4 Develop project team 9.5 Manage project team	9.6 Control Resources Name Changed	
10.0 Communications 3		10.1 Plan communications management	10.2 Manage communications	10.3 Control Monitor communication Name Changed	
11.0 Risk 7	 milestone task	11.1 Plan risk management 11.2 Identify risk 11.3 Perform qualitative risk analysis 11.4 Perform quantitative risk analysis 11.5 Plan risk responses	11.6 Implement Risk responses New Process	11.7 Control risk Name Changed	Process Removed
12.0 Procurement		12.1 Plan procurement	12.2 Conduct	12.3 Control	Close

Рис.3.10. «Дорожня карта» реалізації ДБП за стадіями, процесами та виконавцями розроблена на базі ВІМ-моделювання

Адміністрування проєктів будівництва, що містить в основі ВІМ-моделінг забезпечує якісно вищий рівень управління проєктами будівництва, у порівнянні з «лінійними» процедурами організації девелопменту.



Рис.3.11. Карта управління процесами (за етапами ДБП) в розрізі виконавців

Розроблена на основі ВІМ-моделі карта управління дає можливість відстежувати у розрізі організацій-виконавців етапи проведення відповідних будівельних робіт, що закріплені за даним підрядником, що є елементом формування інтегрованого показника надійності такого виконавця.

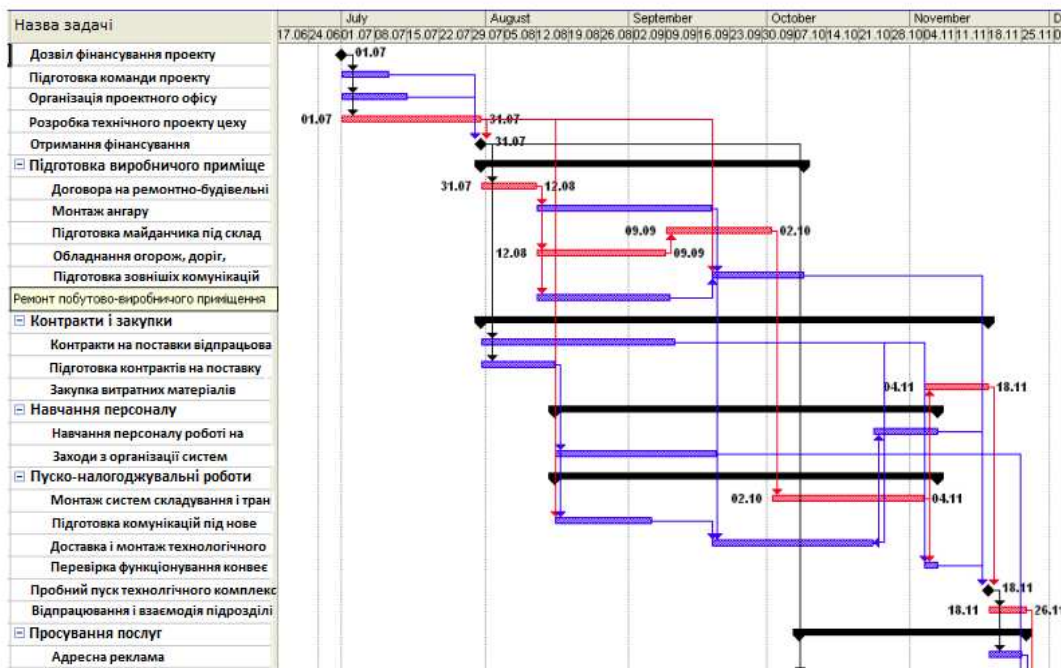


Рис.3.12. ВІМ-модель адміністрування проектом будівництва, з урахуванням надійності виконавців

Комплексне управління виконавцями забезпечує можливість формування набору альтернатив, що в той же час змушує конкурувати будівельні організації в середині проєкту та підтримує високий рівень якості послуг будівництва.

Назва задачі	Тривалість	Початок	Кінець	Попередники
Рішення про фінансування проєкту	0 days	Mon 01.07.13	Mon 01.07.13	
Підготовка команди проєкту	8 days	Mon 01.07.13	Thu 11.07.13	1
Організація проєктного офісу	10 days	Mon 01.07.13	Mon 15.07.13	1
Розробка технічного проєкту цеху	22 days	Mon 01.07.13	Wed 31.07.13	1
Отримання фінансування	0 days	Wed 31.07.13	Wed 31.07.13	2;3;4
[-] Підготовка виробничого приміщення	50 days	Wed 31.07.13	Wed 09.10.13	
Договора на ремонтно- будівельні роботи	8 days	Wed 31.07.13	Mon 12.08.13	5
Монтаж ангару	28 days	Mon 12.08.13	Thu 19.09.13	7
Підготовка майданчику під склад	17 days	Mon 09.09.13	Wed 02.10.13	10
Обладнання огорож, доріг, території	20 days	Mon 12.08.13	Mon 09.09.13	7
Підготовка зовнішніх комунікацій	14 days	Thu 19.09.13	Wed 09.10.13	4;12;8
Ремонт побутово-виробничого приміщення	21 days	Mon 12.08.13	Tue 10.09.13	7
[-] Контракти і закупки	78 days	Wed 31.07.13	Mon 18.11.13	
Контракти на поставки відпрацьованих ГТВ	30 days	Wed 31.07.13	Wed 11.09.13	5
Підготовка контрактів на поставку техобладнання	12 days	Wed 31.07.13	Fri 16.08.13	5
Закупка витратних матеріалів	10 days	Mon 04.11.13	Mon 18.11.13	21
[-] Навчання персоналу	59 days	Fri 16.08.13	Thu 07.11.13	
Навчання персоналу роботі на новому обладнанні	10 days	Thu 24.10.13	Thu 07.11.13	23
Заходи з організації системи TQM	25 days	Fri 16.08.13	Fri 20.09.13	15
[-] Пуско-налагоджувальні роботи	59 days	Fri 16.08.13	Thu 07.11.13	
Монтаж систем складування і транспортування	23 days	Wed 02.10.13	Mon 04.11.13	9
Підготовка комунікацій під нове обладнання	15 days	Fri 16.08.13	Fri 06.09.13	4;15
Доставка і монтаж технологічного обладнання	25 days	Thu 19.09.13	Thu 24.10.13	22;14FF;8
Перевірка функціонування конвеєру	3 days	Mon 04.11.13	Thu 07.11.13	21;14
Пробний пуск технологічного комплексу	0 days	Mon 18.11.13	Mon 18.11.13	11;18;16;24
Відпрацювання взаємодії підрозділів	6 days	Mon 18.11.13	Tue 26.11.13	25
[-] Просування послуг	35 days	Tue 08.10.13	Tue 26.11.13	
Адресна реклама	5 days	Mon 18.11.13	Mon 25.11.13	25

Рис.3.13. План-графік виконання проєкту, з корелюванням термінів на базі факторів надійності виконавців.

Таким чином, науково-методичний підхід та інструментарій оцінювання стану та адміністрування процесами забезпечення надійності підприємств-виконавців девелоперського будівельного проєкту доопрацьовано із використанням суттєво оновленого розрахунково-критеріального базису.

Методичний підхід до ідентифікації стану надійності виконавця будівельного проєкту узгоджено вимогам замовника та девелопера, з врахуванням як виконавчо-технологічних переваг підприємства, так і деталізованих оцінок траєкторії його руху і розвитку на охопленому підприємством сегментів ринку будівельних (спеціальних) робіт.

Ключовими параметрами, що необхідно враховувати при формування структури управління проектом включають:

- систему управління організації/організацій, залучених до проекту (функціональна, матрична (слабка, збалансована, сильна), проектна);
- характеристику проекту (повноваження менеджера проекту, доступність ресурсів тощо);
- взаємозв'язки між зацікавленими учасниками проекту (замовники/користувачі, спонсор, виконавча організація, офіс управління проектами і т. ін.).

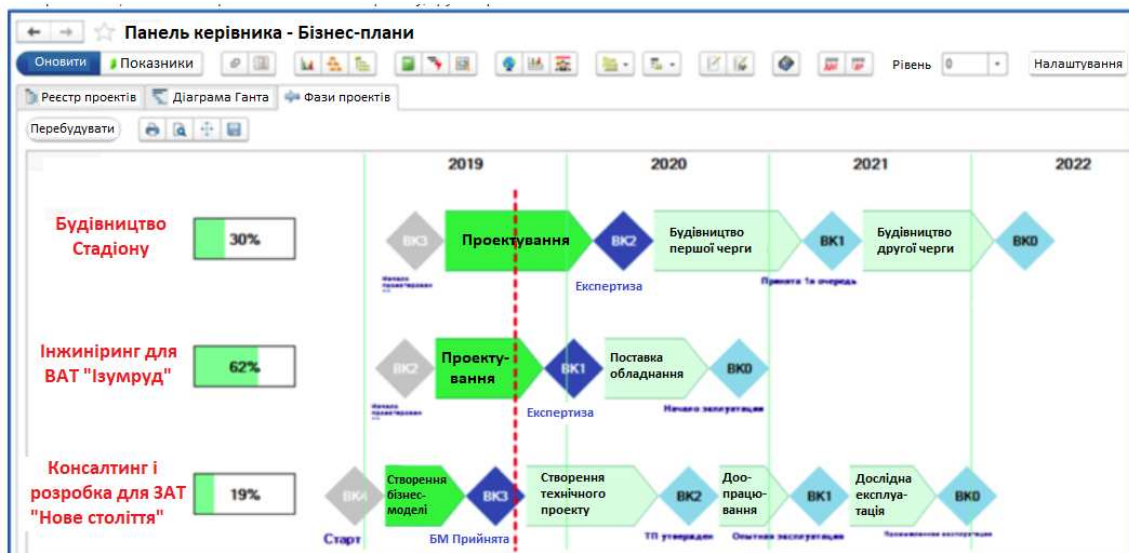


Рис.3.14. Адміністрування фаз та контрольних точок проекту девелопменту на базі BIM-моделінгу

Здійснюючи модернізацію структури адміністрування будівельним проектом на основі BIM-моделювання доцільно та зручно сформулювати дерево ключових показників (рис.3.15-3.17), що визначатиме ключові точки-показники реалізації проекту, що на основі методу «управління за відхиленнями» дасть можливість групі проектного менеджменту оперативно реагувати на потенційні ситуації порушення надійності окремими організаціями-виконавцями в процесі виконання девелоперського будівельного проекту.

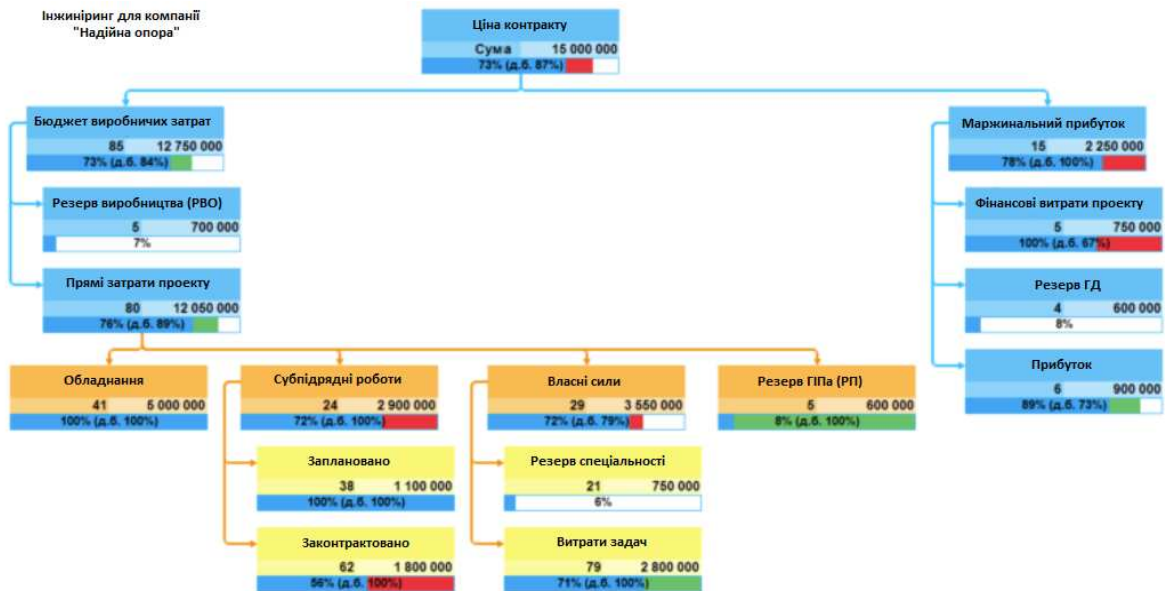


Рис.3.15. Формування дерева ключових показників проекту на основі ВІМ-моделі

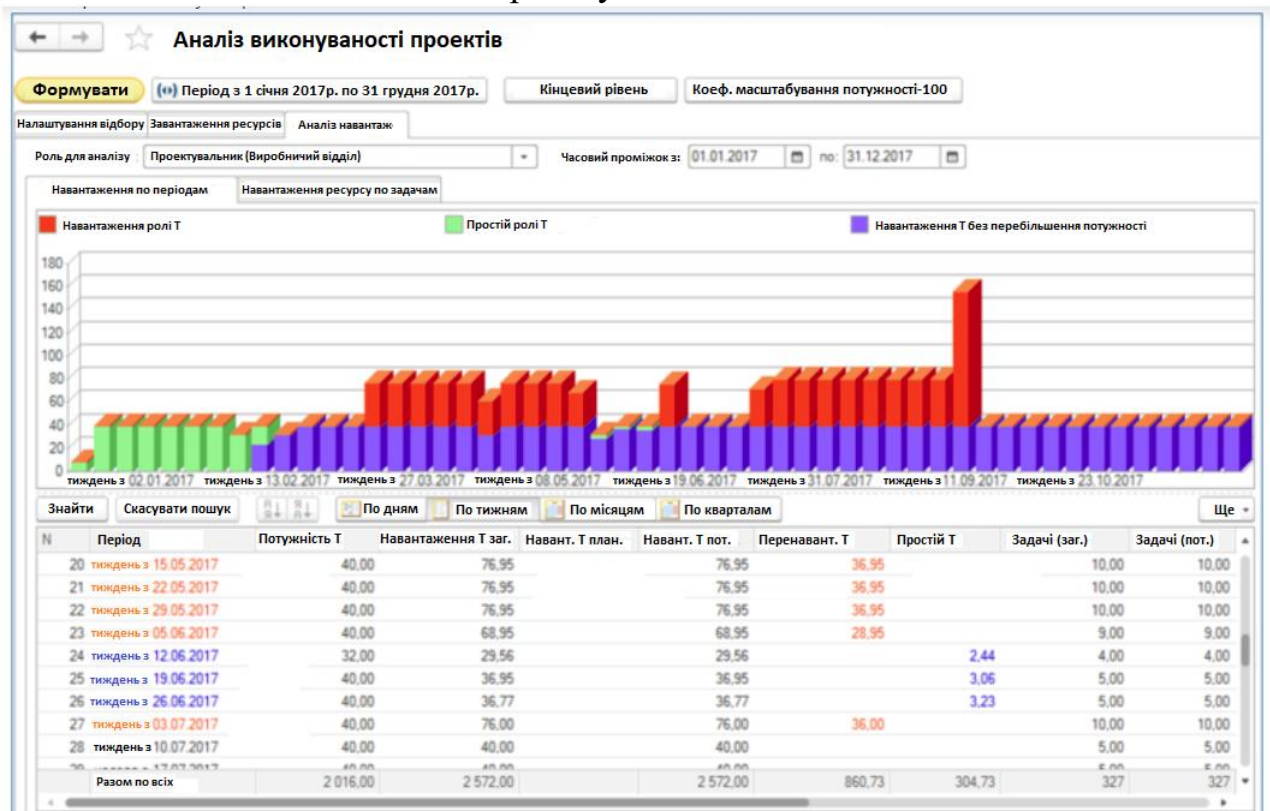


Рис.3.16. Аналіз системи виконання проектів, як база адміністративного керування девелопменту

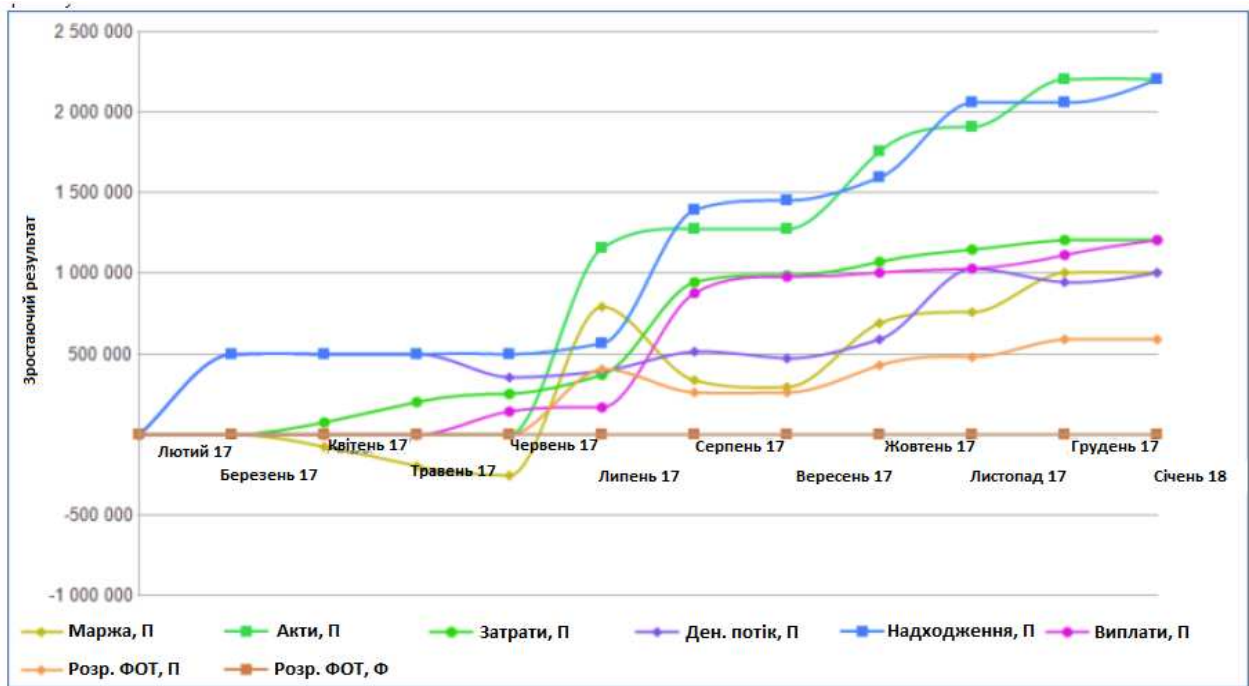


Рис.3.17. Управління комунікаціями проєкту на базі BIM-моделей

Оцінка надійності підрядників будівельних проєктів передбачає урахування різних параметрів і факторів, які дозволять у першому наближенні переконатися, що обраний підрядник здатний успішно виконати проєкт. За методом експертних оцінок на онові відкритого анкетування працівників проєктних, підрядних підприємств, девелоперських компаній (усього 20 фахівців) виокремлено ряд факторів, які зазвичай враховуються при оцінюванні надійності виконавців будівельних проєктів та можуть бути описані як числовими параметрами, так і лінгвістичними змінними, а саме ¹⁵³:

1. *Досвід роботи у аналогічних проєктах.* Така вимога є обов'язковою при участі підрядних підприємств у тендерах, де компанії мають не тільки вказати свій досвід, але і надавати підтвердження участі (акти виконаних робіт, договори минулих років тощо). При цьому враховується складність і розмір проєкту, а також ступінь участі підрядника – обсяг виконаних робіт. Замовники ретельно вивчають дотримання графіків виконання робіт і перевищення бюджету (наявність додаткових угод та їх обсяг) у минулих проєктах.

2. *Якість роботи.* Ці параметри також оцінюються при опитуванні замовників минулих проєктів, виїздах на об'єкти для оцінювання якості

виконаних робіт, матеріалів, дотримання норм і стандартів. *Наявність дозволів на виконання робіт, сертифікатів і ліцензій.* Ця умова також була визначена експертами, як ключова для оцінювання надійності виконавців. *Оцінка тендерних пропозицій.* Для оцінювання надійності підрядника варто звертати увагу на ретельність розрахунків, його питання та уточнення щодо проєкту, точність оцінки вартості, графік проєкту та технологію виконання робіт.

3. *Аналіз фінансового стану компанії.* Фінансова стабільність підрядника та здатність ефективно управляти фінансами проєкту у межах наявного бюджету є важливим чинником надійності виконавця, оскільки відображає його здатність забезпечити виконання зобов'язань.

4. *Дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику.* Оцінюють історію нещасних випадків, штрафів за недотримання правил безпеки підрядника та дотримання стандартів безпеки при участі у попередніх проєктах. Також оцінюють політику безпеки підрядника, наявність страхового покриття, включаючи загальну відповідальність, компенсацію працівникам і будь-які конкретні покриття, пов'язані з проєктом.

5. *Кваліфікація персоналу.* Оцінюється кваліфікація і досвід управлінської команди, яка задіяна у проєкті, комунікативні навички підрядника та навички співпраці, оскільки ефективне спілкування має вирішальне значення для успішного виконання проєкту. Також оцінюється кваліфікація ключових виконавців робіт.

Метою дослідження є побудова нечіткої моделі для оцінки надійності виконавців проєкту. Для створення моделі необхідно визначити її головні системоутворюючі елементи - правила, кількість та тип функцій для кожної із перелічених вище змінних моделі, параметри вихідних функцій, логічні оператори (та/або) тощо (рис. 3.18).

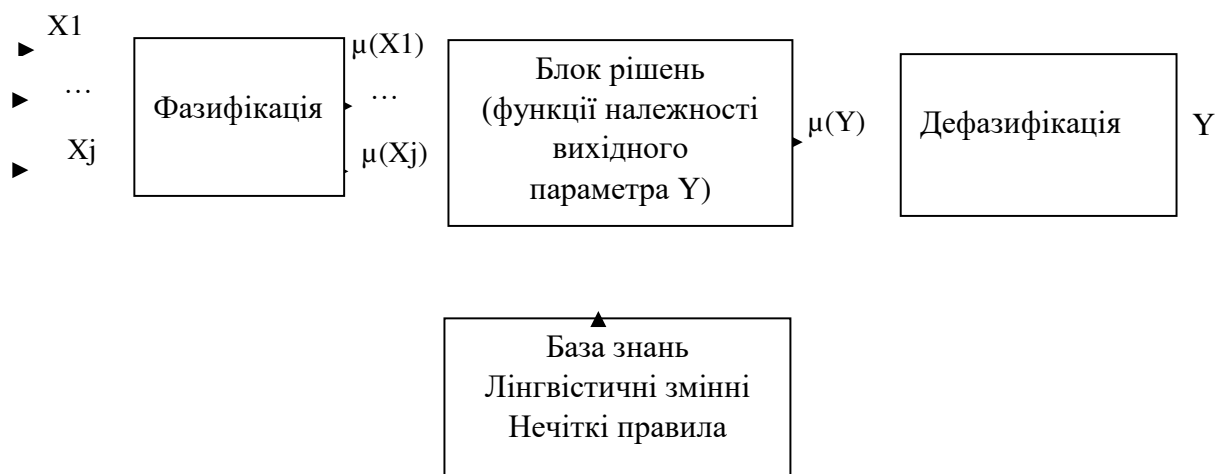


Рис. 3.18 Методичний підхід до визначення надійності виконавців будівельних робіт – традиційна модель (узагальнено автором на основі праць [154, 155]).

В результаті аналізу вище наведених чинників, котрі мають різноспрямований вплив на оцінювання надійності підрядника, експертами запропоновано використовувати наступні лінгвістичні змінні для факторів, що впливають на надійність виконавців будівельних проєктів:

1) «Досвід роботи у аналогічних проєктах» («Experience»). Для цієї змінної будемо використовувати терм-множину, яка вимірюється у двополярній шкалі: $T1 = \{ \text{"недостатній"}, \text{"достатній"} \}$

2) «Якість» («Quality»). Будемо використовувати терм-множину: $T2 = \{ \text{"низька"}, \text{"середня"}, \text{"висока"} \}$.

4) «Аналіз фінансового стану компанії» («Financial condition»). Будемо використовувати множину: $T3 = \{ \text{"нестабільний"}, \text{"стабільний"}, \text{"високий рівень фінансової стійкості"} \}$.

4) «Дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику» («security level»). Будемо використовувати терм-множину: $T4 = \{ \text{"низька"}, \text{"висока"} \}$.

5) «Кваліфікація робітників» («6. Personnel qualification»). Будемо використовувати терм-множину: $T5 = \{\text{"недостатня"}, \text{"достатня"}, \text{"висока"}\}$.

Для побудови функцій належності обрано методичний підхід, використаний у роботі [156] для оцінювання якості проєктних рішень, аналогічні підходи використано у працях [157, 158, 159, 160, 161]. Зазначений методичний підхід ґрунтується на розрахунку частоти кожного чинника, визначеної на основі статистичної обробки відповідей експертів за кожною із терм-множин і може бути використано для визначення надійності підприємств-виконавців будівельних робіт. Отримані частоти можуть слугувати основою для побудови функцій належності та створення системи нечітких правил.

На першому етапі дослідження, кожен експерт заповнює анкету, у якій вказує власну думку щодо характеристик кожного з елементів терм-множин для чинників 1-6. Експерти надавали відповіді за дуальною системою оцінювання, де «1» - наявність параметру відповідної множини на думку даного експерта, а «0» - відсутність (табл.3.8). Тобто відповіді кожного експерта є альтернативними. Описуваний параметр має належати тільки до однієї групи. Наприклад, для чинника «Досвід роботи у аналогічних проєктах», кожен експерт має оцінити, чи досвід роботи відповідно відсутній, один-два роки, три-чотири роки тощо є «достатнім» бо «недостатнім» для гарантування надійності виконавця будівельних робіт. При цьому один і той самі інтервал ні в якому разі не може бути і достатнім і недостатнім одночасно. Одне твердження виключає інше.

Після отримання відповідей, усі оцінки експертів оброблялись і узагальнювались. Ступені належності нечіткій множині розраховано за формулою [1]

$$\mu_i(l_i) = \frac{1}{N} \sum_{n=1, N} r_{ji}^n, i = \overline{1, m}, (1)$$

де N – кількість експертів, r_{ji}^n – думка кожного із N експертів ($n = \overline{1, N}$) про можливість віднесення окремого елементу l_i до відповідної терм-множини на основі аналізу їх параметрів.

Роль досвіду роботи в подібних проєктах у формуванні надійності учасників інвестиційної та будівельної діяльності є важливим чинником забезпечення надійності. Минулий досвід проєкту впливає на компетентність, прийняття рішень та продуктивність окремих працівників і організації в цілому. Аналізуючи механізми, через які досвід роботи впливає на надійність проєкту, включаючи передачу знань, управління ризиками та вирішення проблем, можна отримати цінну інформацію про важливість використання минулого досвіду для покращення результатів проєкту.

Досвід є основним фактором успіху в будівельній галузі, де складні проєкти вимагають глибокого розуміння технічних, логістичних та управлінських проблем. Досвід роботи в подібних проєктах може значно вплинути на надійність учасників, оскільки формує їхню здатність передбачати проблеми, приймати зважені рішення та ефективно виконувати завдання.

Досвід роботи в подібних проєктах полегшує передачу знань і навчання, дозволяючи учасникам застосовувати методи і прийоми вирішення проблем, отримані з минулого досвіду, до поточних проєктів. Підприємства з великим досвідом володіють уявленнями про найкращі практики, галузеві норми та потенційні ризики, які вони можуть використовувати, щоб приймати обґрунтовані рішення.

Досвід роботи в подібних проєктах дає учасникам можливість ефективно визначати, оцінювати та пом'якшувати ризики. Спираючись на минулий досвід виявлення та усунення факторів ризику, можна не тільки просто реагувати на несприятливі події, але й розробити проактивні стратегії управління ризиками, адаптовані до умов кожного проєкту. Великий досвід роботи в аналогічних проєктах також розвиває навички вирішення проблем і здатність приймати рішення серед учасників проєкту, що дозволяє їм ефективно орієнтуватися в непередбачених викликах і складнощах. Здатність приймати своєчасні та обґрунтовані рішення підвищує надійність проєкту шляхом мінімізації затримок, збоїв і дорогих помилок, які можуть поставити під загрозу результати проєкту, а також покращує здатність учасників керувати відносинами та

очікуваннями замовників, постачальників та інших стейкхолдерів, сприяючи довірі, задоволенню та отриманню нових контрактів. Розуміючи унікальні потреби та вподобання клієнтів на основі минулих проєктів, учасники можуть адаптувати свої стратегії відповідно до цілей замовника. Позитивні стосунки з стейкхолдерами сприяють надійності проєкту, сприяючи спільному вирішенню проблем і своєчасному ухваленню рішень, що зрештою призводить до успішного виконання проєкту.

Досвід роботи в подібних проєктах суттєво впливає на надійність учасників інвестиційно-будівельних проєктів, формуючи їх компетентність, здатність приймати рішення та результативність. Використовуючи минулий досвід для сприяння передачі знань, управлінню ризиками, розв'язанню проблем, управлінню взаємовідносинами з клієнтами та постійному розвитку учасники можуть покращити результати проєкту та конкурентоспроможність організації-претендента [162, 163].

Для першого параметру проведено експертне опитування щодо досвіду роботи компаній в аналогічних проєктах. Експерти оцінювали досвід від нуля до більше ніж восьми проєктів, у яких підприємство брало безпосередню участь (табл. 1, Додаток А).

Як показав аналіз результатів опитування, досвід роботи у семи і більшій кількості аналогічних проєктів або виконання схожих видів робіт абсолютно усі експерти вважають достатнім для забезпечення надійності виконавця, а стовідсотково недостатнім досвідом є повна відсутність досвіду виконання аналогічних робіт або участі у схожих проєктах (таблиця 2). Досвід роботи у п'яти-шести проєктах із ймовірністю 75% можна вважати достатнім для забезпечення надійності майбутніх підрядних організацій-виконавців будівельних робіт, і навіть досвід участі тільки в одному чи двох проєктах 35% експертів вважають достатній для забезпечення надійності виконавця у майбутньому (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8

Результати опитувань експертів щодо критерію «Досвід роботи у аналогічних проєктах» (фрагмент)

	Терм	Немає	1-2	3-4	5-6	7-8	Більше 8
Експерт 1	Достатній	0	0	1	1	1	1
	Недостатній	1	1	0	0	0	0
Експерт 2	Достатній	0	0	1	1	1	1
	Недостатній	1	1	0	0	0	0
Експерт 3	Достатній	0	0	0	0	1	1
	Недостатній	1	1	1	1	0	0
Експерт 4	Достатній	0	0	0	1	1	1
	Недостатній	1	1	1	0	0	0
...
Експерт 19	Достатній	0	1	1	1	1	1
	Недостатній	1	0	0	0	0	0
Експерт 20	Достатній	0	0	1	1	1	1
	Недостатній	1	1	0	0	0	0

Узагальнено автором

Якщо потенційний виконавець будівельних робіт – учасник інвестиційно-будівельного проєкту приймав участь тільки у трьох-чотирьох проєктах, у рівній мірі це може свідчити як про його надійність, так і про нестачу надійності. Тобто у такому випадку має місце найбільша невизначеність (рис. 3.19)

Таблиця 3.9

Узагальнення думок експертів щодо критерію «Досвід роботи у аналогічних проєктах» (фрагмент)

Терм	Немає	1-2	3-4	5-6	7-8	Більше 8
Достатній	0	7	10	15	20	20
Недостатній	20	13	10	5	0	0

Розраховано автором

Таблиця 3.10

Визначення функцій належності для критерію «Досвід роботи у аналогічних проєктах» (фрагмент)

Терм	Немає	1-2	3-4	5-6	7-8	Більше 8
Достатній	0	0.35	0.5	0.75	1	1
Недостатній	1	0.65	0.5	0.25	0	0

Розраховано автором

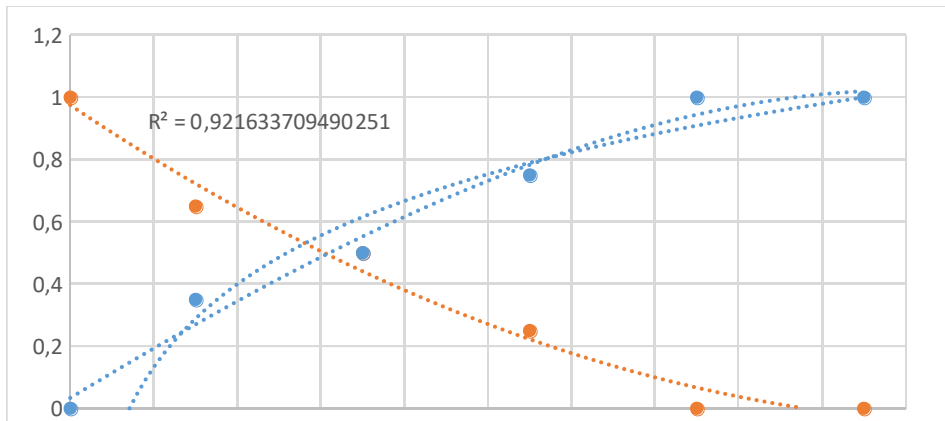


Рис. 3.19. Функції належності для терм-множини «Досвід роботи у аналогічних проєктах» (розроблено автором)

У Додатку Б формули функцій належності наведено у неявному вигляді – як масив двох чисел, наприклад функцію належності терму «недостатній досвід роботи» записано наступним чином: [3.394 0.0888], терм «достатній» – [3.622 0.01832].

Функція належності до терму «недостатній» має вигляд:

$$\mu(x_1) = e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x_1 - 0,0888}{3,394} \right)^2} \quad (1)$$

Функція належності до терму «достатній» має вигляд:

$$\mu(x_1) = e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x_1 - 0,101832}{3,622} \right)^2} \quad (2)$$

Аналогічним чином визначаються функції належності для інших факторів, що впливають на надійність підприємства-виконавця будівельних робіт.

Попередній досвід у подібних проєктах служить важливою основою для учасників, формуючи їхні можливості та підходи в подальших починаннях, тоді як якість є основним фактором, що визначає успіх проєкту, впливаючи на такі фактори, як продуктивність, задоволеність клієнтів і репутація. Аналізуючи механізми, за допомогою яких якість роботи підприємства впливає на його

надійність як учасника інвестиційно-будівельного проєкту, включаючи формування репутації, розвиток навичок і задоволеність клієнтів, дозволить підвищити надійність та стійкість учасників інвестиційно-будівельних проєктів та сприятиме довгостроковому успіху організації [164, 165, 166, 167, 168, 169, 170].

Високоякісна робота будівельних підприємств сприяє зміцненню репутації та зміцненню довіри серед усіх зацікавлених сторін, підвищуючи довіру щодо здатності підприємства забезпечити надійність процесів будівництва. Сильна репутація, заснована на якості минулої роботи, вселяє впевненість у зацікавлених сторін, полегшуючи співпрацю, переговори та участь у проєктах, тим самим підвищуючи загальну надійність проєкту.

Забезпечення високої якості будівельних робіт та організаційно-технологічних процесів, дозволить підприємствам-учасникам досягти задоволеності замовників і сприяти повторним бізнес-можливостям. Задоволені замовники з більшою ймовірністю залучатимуть учасників до майбутніх проєктів і рекомендуватимуть їхні послуги іншим, тим самим сприяючи стабільному потоку роботи та стабільному зростанню бізнесу. Побудова довгострокових відносин із замовниками та іншими стейкхолдерами на основі забезпечення високої якості підвищує надійність проєкту, забезпечуючи постійну підтримку, співпрацю та довіру між учасниками.

Параметр «якість», оцінювали за трьох параметричною шкалою «низька»-«середня»-«висока». Слід зазначити, що не для усіх проєктів потрібен найвищий рівень якості, який має відповідати проєктним вимогам, тоді як перевищення цього рівня може призводити до зростання вартості будівництва.

Для другого параметру також проведено експертне опитування щодо кількості негативних відгуків від замовників попередніх робіт підприємства або випадків виявлення явних дефектів та порушень при виїздах на об'єкти будівництва, опитування експлуатуючих організацій тощо (табл. 3.11).

Результати опитувань експертів для критерію «Якість» (фрагмент)

	Терм	0-10	10-20	20-30	30-40	41-50	Більше 50
Експерт 1	Високий	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	0	1	1	0	0
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 2	Високий	0	0	0	1	1	1
	Середній	0	0	1	0	0	0
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 3	Високий	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	1	1	0	0	0
	Низький	1	0	0	0	0	0
Експерт 4	Високий	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	1	1	1	0	0
	Низький	1	0	0	0	0	0
...
Експерт 19	Високий	0	0	0	1	1	1
	Середній	0	1	1	0	0	0
	Низький	1	0	0	0	0	0
Експерт 20	Високий	0	0	0	1	1	1
	Середній	0	0	1	0	0	0
	Низький	1	1	0	0	0	0

Узагальнено автором

Для забезпечення порівнюваності надійності організацій, які мають значний досвід роботи та підприємств, що тільки розпочали свою діяльність, кількість порушень оцінювали не в абсолютному вимірі, а відносно загальної кількості відгуків про підприємство. Тобто оцінюваний параметр – «негативний досвід або відгуки у відношенні до загальної кількості оцінюваних проєктів та виконаних робіт підрядним будівельним підприємством, чия надійність оцінюється, вимірюється у відсотках».

Узагальненні думок експертів дало змогу визначити функції належності для кожного із термів у площині «низький-середній-високий» рівень якості. При цьому можна із 100% впевненістю стверджувати, що рівень якості є високим, якщо відсоток доробок, виправлень, порушень є не більше ніж 10%. У діапазоні 10-20% рівень упевненості експертів про те, що компанія може забезпечити високу якість тільки 50%. А про те, що рівень якості є низьким, експерти стверджують із 80% впевненістю, при виявленні дефектів або необхідності доробок чи переробок у більше, ніж 40% (табл. 3.12, рис. 3.20).

Таблиця 3.12

Узагальнення думок експертів для критерію «Якість» (фрагмент)

Терм	0-10	10-20	20-30	30-40	41-50	Більше 50
Низький	0	0	0	5	16	20
Середній	0	10	20	14	4	0
Високий	20	10	0	0	0	0

Розраховано автором

Таблиця 3.13

Визначення функцій належності для критерію «Якість» (фрагмент)

Терм	0-10	10-20	20-30	30-40	41-50	Більше 50
Низький	0	0	0	0.25	0.8	1
Середній	0	0.5	1	0.7	0.2	0
Високий	1	0.5	0	0	0	0

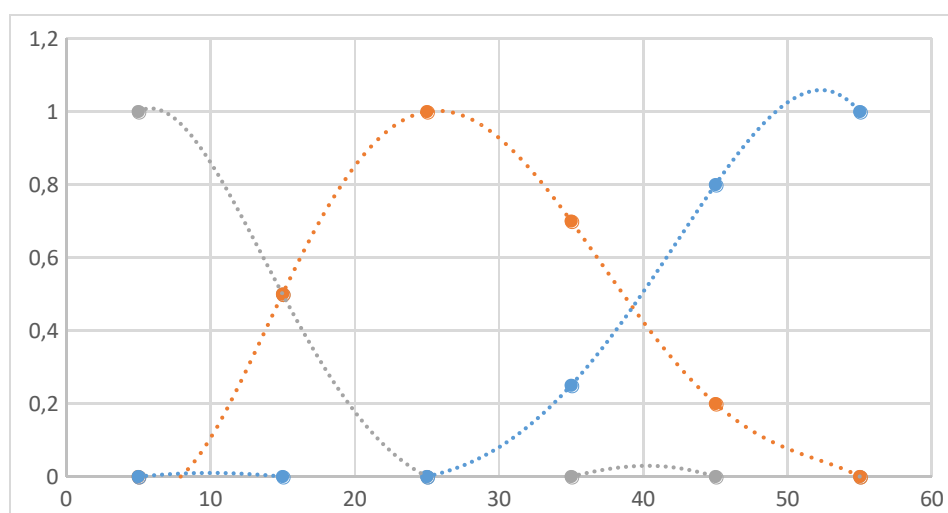
Розраховано автором

Рис. 3.20. Функції належності для терм-множини «Якість» (розроблено автором)

Для оцінювання фінансового стану компаній-виконавців, експерти застосували широко відомий інструментарій аналізу фінансової стійкості, який часто використовують для визначення вартості [171], безпеки [172, 173], потенціалу [174, 175, 176, 177], конкурентоспроможності [178] та розвитку [179] будівельних підприємств.

У даному дослідженні обрано для оцінювання поточну платоспроможність підприємств (за коефіцієнтами покриття (current ratio), що застосовуються для оцінювання здатності підприємства виконати короткострокові зобов'язання), оскільки цей показник є важливим для оцінювання можливості реалізувати проєкт. Значення третього параметру також інтерпретувались шляхом лінгвістичної оцінки за шкалою «нестабільний-стабільний-високий» рівень фінансової стійкості.

Для третього параметру проведено експертне опитування щодо фінансової стійкості будівельних підприємств (табл. 3.14).

Узагальнення думок експертів для критерію «Фінансова-стійкість» показало, що критеріальна шкала на думку експертів перемістилась вліво по відношенню до рекомендованих у класичному фінансовому аналізі показників [180, 181].

Таблиця 3.14

Результати опитувань експертів для критерію «Фінансова стійкість» (фрагмент)

	Терм	0-0.6	0.61-0.8	0.81-1.0	1.01-1.2	1.21-1.6	1.61-2.0	2.01-2.5	Більше 2,5
Експерт 1	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 2	Нестабільний	1	1	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	1	1	1	1	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1
Експерт 3	Нестабільний	1	0	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	1	1	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 4	Нестабільний	1	1	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	1	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
...
Експерт 19	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 20	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1

Узагальнено автором

Більшість експертів на основі власного практичного досвіду, для забезпечення стабільної платоспроможності та фінансової стійкості вважають достатнім рівень коефіцієнтів покриття від 1 до 1,6 (табл. 3.15). А високий рівень фінансової стійкості, а отже і надійності компанії-виконавця будівельних робіт, на думку експертів досягається при рівні цього показника більше 1,61. Деякий зсув шкали оцінювання може свідчити про загально низький рівень фінансової стійкості будівельних підприємств на галузевому рівні, а також про відсутність достатньої кількості обігових коштів у учасників інвестиційно-будівельних проєктів.

Узагальненні думок експертів дало змогу визначити функції належності для критерію «Фінансова-стійкість». При цьому можна із 90% впевненістю стверджувати, що рівень фінансової стійкості підприємства є високим, якщо значення коефіцієнта покриття перевищує 1,61.

Таблиця 3.15

Узагальнення думок експертів для критерію «Фінансова-стійкість» (фрагмент)

Терм	0-0.6	0.61-0.8	0.81-1.0	1.01-1.2	1.21-1.6	1.61-2.0	2.01-2.5	Більше 2,5
Нестабільний	20	17	12	2	0	0	0	0
Стабільний	0	3	8	15	15	2	0	0
Високий	0	0	0	3	5	18	20	20

Розраховано автором

Рівень упевненості експертів 85% про те, що компанія не є надійною і має низький рівень фінансової стійкості при значеннях коефіцієнта покриття нижче 0.8 (табл. 3.16, рис. 3.20).

Таблиця 3.16

Визначення функцій належності для критерію «Фінансова-стійкість» (фрагмент)

Терм	0-0.6	0.61-0.8	0.81-1.0	1.01-1.2	1.21-1.6	1.61-2.0	2.01-2.5	Більше 2,5
Нестабільний	1	0.85	0.6	0.1	0	0	0	0
Стабільний	0	0.15	0.4	0.75	0.75	0.1	0	0
Високий	0	0	0	0.15	0.25	0.9	1	1

Розраховано автором

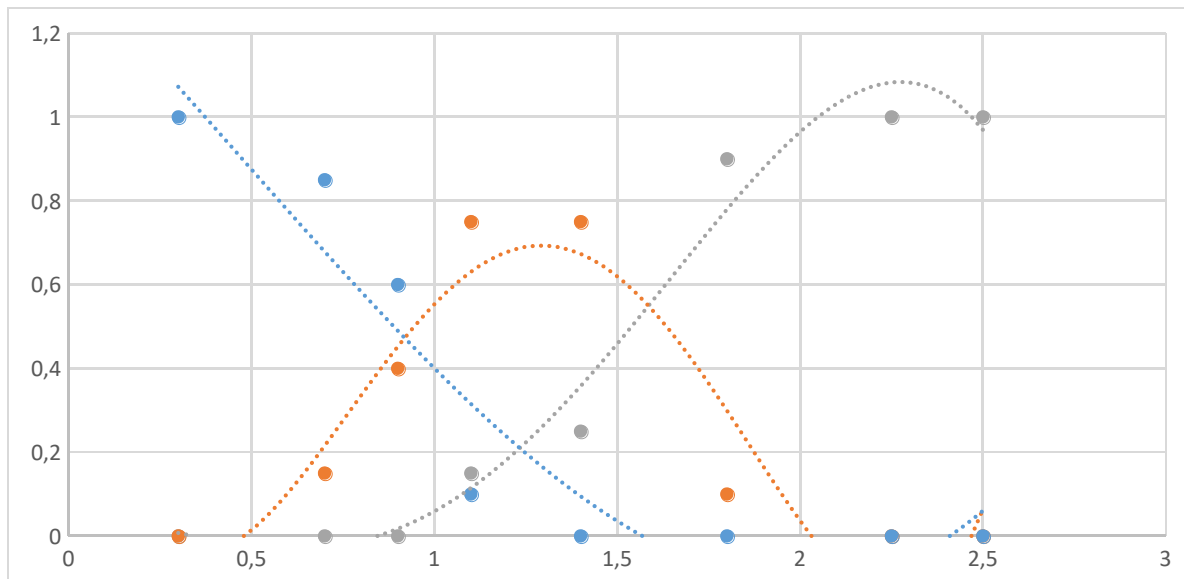


Рис. 3.20 Функції належності для терм-множини «Фінансова стійкість» (розроблено автором)

Оскільки будівельна галузь характеризується високим порівняно із іншими галузями рівнем травматизму (вищою кількістю травм є тільки тільки при видобуванні вугілля і транспорті) то усунення чинників ризику, а також нейтралізація загроз є пріоритетними напрямками розвитку процесів організації будівництва та адміністрування і управління учасниками будівництва в межах окремого інвестиційного чи інвестиційно-будівельного проєкту [182, 183].

Від того, як організована діяльність учасників інвестиційно-будівельного проєкту на будівельному майданчику, від їх взаємодії та того на скільки жорстко виконуються вимоги техніки безпеки і охорони праці, залежить не тільки надійність виконавців будівельних робіт, але і реалізація усього проєкту. І хоча причини нещасних випадків є різними, вони розділяються на технічні, організаційно – технічні, і організаційні, але кожна з них є результатом недостатньої уваги питанням охорони праці та техніки безпеки під час виконання будівельних робіт.

Тому для оцінки четвертого фактору використано показник, який вимірює частоту нещасних випадків на підприємстві та розраховується як відношення кількості потерпілих до середньооблікової кількості працюючих

помножене на 1000. Має назву «кількісний показник травматизму», або «показник частоти нещасних випадків» Кч, а розраховується за формулою [184]:

$$Кч = 1000 n/P, \quad (1)$$

де n – кількість нещасних випадків за звітний період із втратою працездатності на 1 і більше днів;

P – середньо списова чисельність працюючих за той же звітний період часу.

Для четвертого параметру «Дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику» також проведено експертне опитування щодо належності до різних термів різних значень показника частоти нещасних випадків (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Результати опитувань експертів для критерію «Дотримання правил охорони праці та безпеки» (фрагмент)

	Терм	0	0-1	1-2	2-3	3-4	Більше 4
Експерт 1	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 2	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 3	Високий	0	0	0	0	1	1
	Низький	1	1	1	1	0	0
Експерт 4	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
...
Експерт 19	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 20	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0

Узагальнено автором

Використовуючи наведений вище підхід, який є однаковим для усіх чинників, здійснено узагальнення думок експертів для критерію «Дотримання правил охорони праці та безпеки» (табл. 3.18).

У таблиці 11 наведено розподіл за термами «високий рівень дотримання правил охорони праці і техніки безпеки» та «низький рівень дотримання правил

охорони праці і техніки безпеки» загальної кількості голосів, які віддаються експертами за належність до нечіткої множини відповідного значення коефіцієнта частоти нещасних випадків. Загальна кількість голосів по кожному стовбцю складає двадцять (кількість відповідей експертів), але їх розподіл показує упевненість у тому, що значення діапазон значень коефіцієнтів частоти нещасних випадків належить до високого або до низького рівня.

У табл. 3.19 та на рис.3.21 наведено результати розрахунку функцій належності за даними таблиці 11. Можна побачити, що однаковий рівень впевненості (найбільша невизначеність), що претендент на виконання будівельних робіт має високий рівень охорони праці або низький знаходиться у точці перетину функцій належності ($Kч = 1,632$)

Таблиця 3.18

Узагальнення думок експертів щодо критерію «Дотримання правил охорони праці та безпеки» (фрагмент)

Терм	0	0-1	1-2	2-3	3-4	Більше 4
Висока	0	0	14	17	20	20
Низька	20	20	6	3	0	0

Розраховано автором

Таблиця 3.19

Визначення функцій належності для критерію «Дотримання правил охорони праці та безпеки» (фрагмент)

Терм	0	0-1	1-2	2-3	3-4	Більше 4
Достатній	0	0	0.7	0.85	1	1
Недостатній	1	1	0.3	0.15	0	0

Розраховано автором

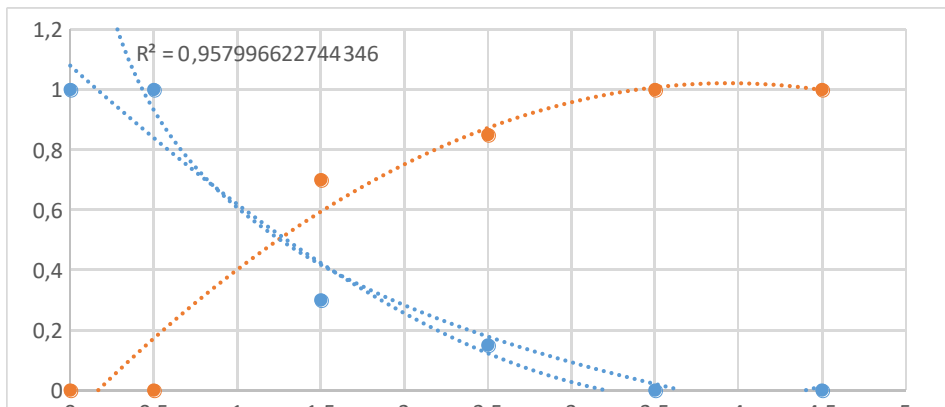


Рис. 3.21 Функції належності для терм-множини «Дотримання правил охорони праці та безпеки» (розроблено автором)

Останній параметр – рівень кваліфікації персоналу є дуже важливим для забезпечення надійності виконавців будівельних проєктів, оскільки саме від персоналу залежить досягнення оптимальних значень попередніх параметрів, а також умови і засоби досягнення достатнього рівня надійності будівельних підприємств. Роль кваліфікації персоналу в забезпеченні надійності учасників інвестиційно-будівельних проєктів є ключовою.

Інвестиційно-будівельні проєкти за своєю суттю є складними видами діяльності, які потребують скоординованих зусиль різних зацікавлених сторін для досягнення успішних результатів. Надійність учасників проєкту відіграє вирішальну роль у визначенні успіху проєкту, оскільки безпосередньо впливає на такі фактори, як результативність проєкту, якість і дотримання термінів і бюджету. У цьому контексті кваліфікація персоналу постає як ключовий фактор, що визначає надійність, формуючи компетентність і ефективність осіб, залучених до виконання проєкту.

Але саме поняття «кваліфікація» є досить складним і багатоаспектним. Так, кваліфікація персоналу включає широкий спектр атрибутів, включаючи освіту, технічні навички та досвід роботи в галузі. Працівники підприємства, які володіють відповідними знаннями та досвідом, краще підготовлені для розуміння вимог проєкту, орієнтування в проблемах і прийняття обґрунтованих рішень протягом життєвого циклу проєкту. Їхня здатність застосовувати

спеціальні знання та навички вирішення проблем підвищує надійність проєкту шляхом зменшення ризиків, оптимізації використання ресурсів і забезпечення відповідності галузевим стандартам і найкращим практикам.

Склад проєктних команд та взаємодія працівників між собою також багато у чому залежить від кваліфікації та відіграє вирішальну роль у надійності проєкту, оскільки визначає колективні можливості та взаємодію між членами команди. Різноманітне поєднання навичок, досвіду та перспектив у проєктних командах може сприяти інноваціям, креативності та адаптації, підвищуючи стійкість учасників до мінливих вимог проєкту та зовнішнього тиску. Ефективна співпраця та спілкування між членами команди ще більше підвищують надійність проєкту, полегшуючи обмін знаннями, вирішення конфліктів і прийняття рішень.

Інвестиції в навчання персоналу та ініціативи з професійного розвитку є важливими для підвищення кваліфікації та компетенції учасників проєкту. Можливості постійного навчання дозволяють людям залишатися в курсі галузевих тенденцій, нових технологій і передового досвіду, озброюючи їх навичками та знаннями, необхідними для досягнення успіху у своїх ролях. Розвиваючи культуру навчання протягом усього життя та розвитку навичок, організації можуть виростити високо компетентних та надійних працівників, здатних забезпечити успіх проєкту та принести користь зацікавленим сторонам [185]. На різних етапах життєвого циклу будівельної продукції маркетинг має певні особливості. Будівельна продукція орієнтована і на b2b і b2c сегменти. Ці фактори значно ускладнюють здійснення діяльності на будівельних підприємствах. [186][187][188][189] [190]

Ефективне лідерство та управління мають першочергове значення для забезпечення надійності проєкту, оскільки вони впливають на мотивацію, згуртованість і результативність команди. Сильне лідерство сприяє розвитку в учасників проєкту відчуття спрямованості, мети та відповідальності, надихаючи їх прагнути до досконалості та спільними зусиллями долати труднощі. Компетентні менеджери, які вміють розподіляти ресурси, керувати

ризиками та вирішувати конфлікти, відіграють ключову роль у підтримці стабільності проєкту та мінімізації збоїв, які можуть поставити під загрозу надійність.

Дотримання етичних і професійних стандартів має важливе значення для зміцнення довіри, чесності та авторитету серед учасників проєкту. Етична поведінка та дотримання професійних кодексів поведінки сприяють формуванню позитивної організаційної культури, що характеризується прозорістю, справедливістю та підзвітністю. Пропагуючи етичну поведінку та добродієність, учасники проєкту можуть покращити свою репутацію, побудувати міцніші стосунки із зацікавленими сторонами та зменшити ризики, пов'язані з неетичною практикою чи неправомірною поведінкою.

Кваліфікація персоналу суттєво впливає на надійність інвестиційно-будівельних проєктів, формуючи результати проєкту та ефективність організації. Інвестуючи в розвиток людського капіталу через навчання, освіту та ініціативи професійного розвитку, організації можуть покращити комунікацію.

Але оскільки кваліфікацію досить важко оцінювати комплексно, то у даному дослідженні експертам запропоновано оцінювати досвід роботи працівників у галузі, оскільки припускаємо, що із зростанням досвіду роботи, зростає і кваліфікація працівників. І хоча залежність не є функціональною, але можна зробити припущення, що існує стохастичний зв'язок між досвідом роботи і кваліфікацією, яка у дослідженні описується за критеріями "недостатня", "достатня", "висока".

Експертам запропоновано відповісти на питання щодо того, чи може свідчити досвід роботи робітників-будівельників про достатність або недостатність їх кваліфікації в аспекті забезпечення надійності виконуваних робіт та зменшення збоїв і відмов з причини саме низьких професійних якостей. Результати опитувань наведено у табл. 3.20

Таблиця 3.20

Результати опитувань експертів для критерію «Кваліфікація робітників»
(фрагмент)

	Терм	0-1	1.1-2	2.1-3.0	3.1-4	4.1-5	5.1-6	6.1-7	7.1-8	8.1-9	9.1-10	Більше 10
Експерт 1	Недостатній	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Експерт 2	Недостатній	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Експерт 3	Недостатній	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 4	Недостатній	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
...	
Експерт 19	Недостатній	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Експерт 20	Недостатній	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1

Узагальнено автором

Узагальнення думок експертів для критерію «Кваліфікація робітників» показало, що більшість експертів визначають недостатнім для забезпечення надійності будівельних процесів досвід роботи робітника до трьох років, достатній – чотири-шість років, тоді як високий рівень професійних якостей і кваліфікації забезпечується досвідом роботи за спеціальністю не менше ніж п'ять-шість років (табл. 3.21).

Таблиця 3.21

Узагальнення думок експертів для критерію «Кваліфікація робітників»
(фрагмент)

Терм	0-1	1.1-2	2.1-3.0	3.1-4	4.1-5	5.1-6	6.1-7	7.1-8	8.1-9	9.1-10	Більше 10
Недостатній	20	18	12	1	0	0	0	0	0	0	0
Достатній	0	2	8	18	19	10	3	3	2	0	0
Високий	0	0	0	1	1	10	17	17	18	20	20

Розраховано автором

Узагальненні думок експертів дало змогу визначити функції належності для критерію «Кваліфікація робітників». При цьому можна із 85% впевненістю стверджувати, що рівень кваліфікації працівників є високим, якщо досвід роботи за спеціальністю або на аналогічних посадах є не менші, ніж шість років. Якщо досвід роботи працівника є менше, ніж два роки то рівень його кваліфікації із 90% впевненістю можна визначити, як «низький». Достатній рівень кваліфікації для забезпечення надійності учасників будівництва та безперешкодного здійсненні будівельних процесів, на думку експертів, забезпечує досвід роботи не менше, ніж 3-5 років (табл. 3.22, рис. 3.22)

Таблиця 3.22

Визначення функцій належності для критерію «Кваліфікація робітників» (фрагмент)

Терм	0-1	1.1-2	2.1-3.0	3.1-4	4.1-5	5.1-6	6.1-7	7.1-8	8.1-9	9.1-10	Більше 10
Недостатній	1	0.9	0.6	0.05	0	0	0	0	0	0	0
Достатній	0	0.1	0.4	0.9	0.95	0.5	0.15	0.15	0.1	0	0
Високій	0	0	0	0.05	0.05	0.5	0.85	0.85	0.9	1	1

Розраховано автором

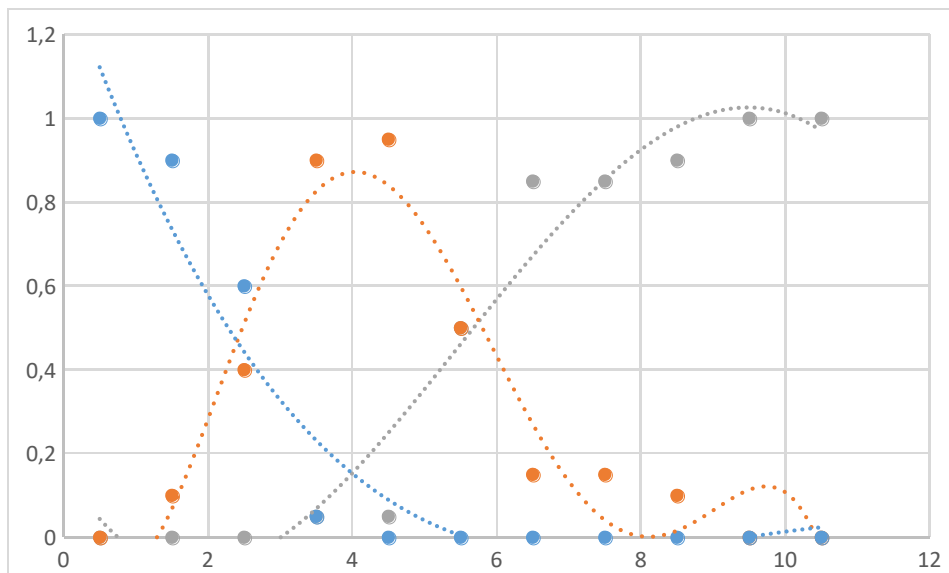


Рис. 3.22. Функції належності для терм-множини «Кваліфікація робітників» (розроблено автором)

На наступному етапі пропонується здійснити групування чинників у два блоки за наступними параметрами – репутаційні фактори (враховують досвід і якість вже виконаних робіт підприємством-виконавцем будівельних робіт) та інші параметри (враховують чинники Фінансовий стан компанії ("Financial condition"), "Дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику" ("security level"), «Кваліфікація персоналу» («6. Personnel qualification»). Ці чинники мають ретроспективний характер, проте вони є надзвичайно важливими при прийнятті рішень щодо оцінювання надійності учасників будівництва. Відповідно перший блок містить $2 \times 3 = 6$ правил нечіткого логічного висновку, які дозволяють визначати репутацію підприємства. Отже до першої групи чинників належать «Досвід роботи у аналогічних проєктах» («Experience») та «Якість» («Quality»), які разом впливають на проміжну змінну «Репутація» ("Reputation "). «Репутація» ("Reputation"). Використовуємо наступні висновки = {"негативна", "двозначна", "позитивна"}. [10]

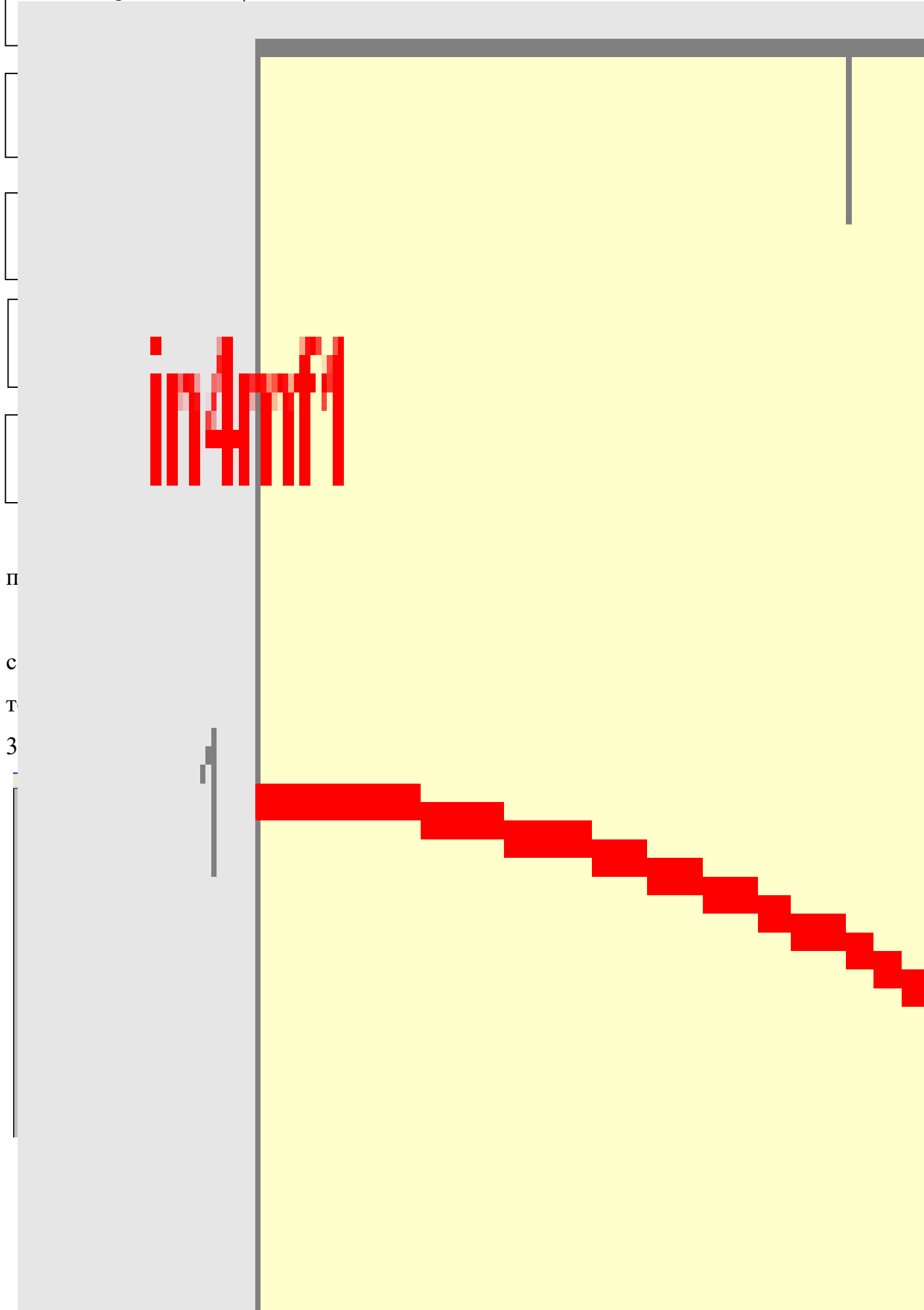
Таблиця 2.23

Система правил нечіткого логічного висновку для проміжного чинника «Репутація»

№	Formula	result
1	If (x_1 is nsuff) and (x_2 is low) then (x_5 is out1mf1)	negative
2	If (x_1 is insuff) and (x_2 is medium) then (x_5 is out1mf2)	ambiguous
3	If (x_1 is insuff) and (x_2 is high) then (x_5 is out1mf3)	positive
4	If (x_1 is suff) and (x_2 is low) then (x_5 is out1mf4)	negative
5	If (x_1 is suff) and (x_2 is medium) then (x_5 is out1mf5)	positive
6	If (x_1 is suff) and (x_2 is hight) then (x_5 is out1mf6)	positive

Нечітка модель представлена на рис. 3.23. До чинників другого блоку належать "Фінансовий стан компанії" (Financial condition), " Дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику " (security level), «Кваліфікація персоналу» (Personnel qualification), а також проміжна змінна «Репутація» (Reputation).

X1 «Experience»



Досягнення ефективної діяльності можливо лише у разі задоволення усіх п'яти умов (досвіду, якості, фінансової стійкості, охорони праці та кваліфікації), а отже може бути писано залежністю:

$$\mu_{\text{еф}} = \left(\mu_1(x_1) \right)^{\omega_1} \wedge \left(\mu_2(x_2) \right)^{\omega_2} \wedge \left(\mu_3(x_3) \right)^{\omega_3} \wedge \left(\mu_4(x_4) \right)^{\omega_4} \wedge \left(\mu_5(x_5) \right)^{\omega_5}$$

$$\mu_{\text{екоп.безп}} = \min \left(\left(\mu_1(x_1) \right)^{\omega_1}; \left(\mu_2(x_2) \right)^{\omega_2}; \left(\mu_3(x_3) \right)^{\omega_3}; \left(\mu_4(x_4) \right)^{\omega_4}; \left(\mu_5(x_5) \right)^{\omega_5}; \right)$$
(3)

Тобто мінімальне значення з усіх функцій належності, поданих у формулі 3, визначає якою мірою поточний стан підприємства дозволить забезпечити ефективність операційної діяльності. , які однак нерівнозначні між собою. Значимість окремих умов враховується за допомогою їх концентрації, що досягається піднесенням функцій належності до ступеня, рівного вагомості правила-умови (w_j) [10].

У процесі нечіткого логічного усі розрахунки можна проілюструвати у вигляді сукупності графіків (Рис.3.25)

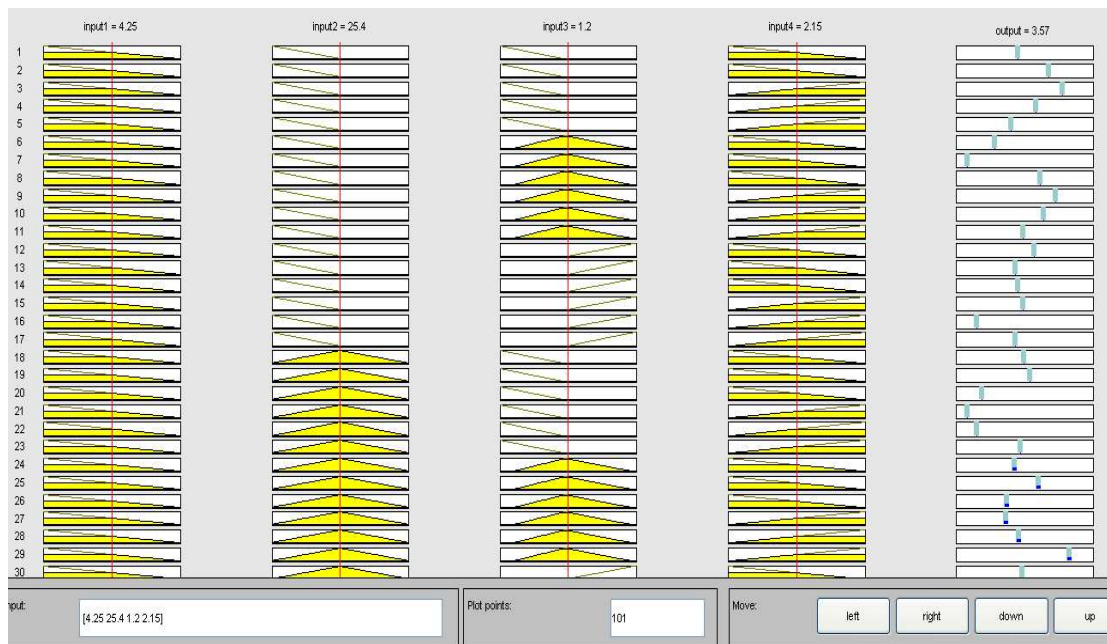


Рис. 3.25. Візуалізація процесу нечіткого логічного висновку (фрагмент)

На рисунках у додатку Б наведено тривимірні поверхні нечіткого виводу чинників 1-5, що впливають на надійність підприємства-претендента. Так, на чинник «Reputation» мають вплив досвід виконання аналогічних проєктів і якість (рис. 3.26).

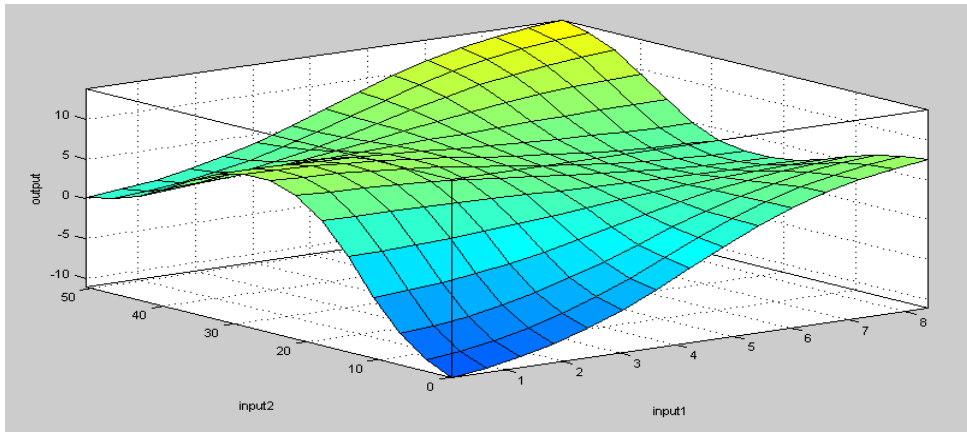


Рис.3.26. Вплив чинників «Досвід виконання аналогічних проєктів» і «Якість» на репутаційну складову надійності виконавців будівельних робіт (розраховано автором).

Вплив фінансового стану, політики дотримання правил охорони праці та техніки безпеки і кваліфікації персоналу наведено на рис. 3.27 -3.29.

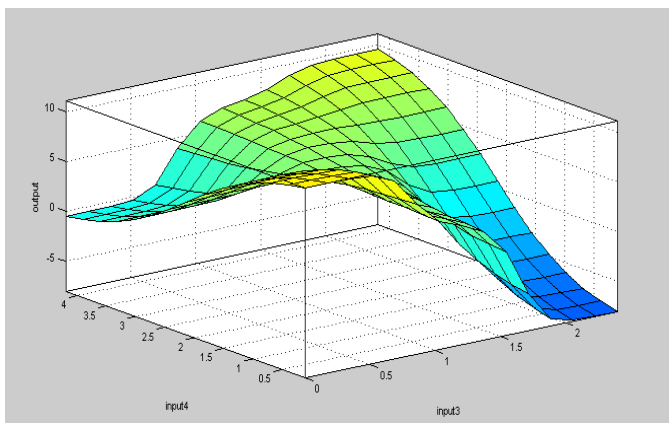


Рис.3.27. Вплив чинників «Фінансова стійкість підприємства» і «Дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику» на надійність виконавців будівельних робіт (розраховано автором).

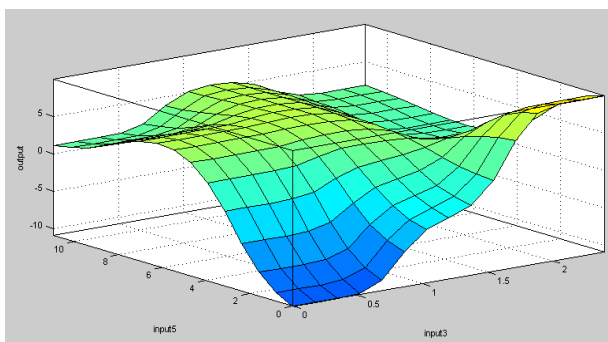


Рис.3.28. Вплив чинників «Фінансова стійкість підприємства» і «Кваліфікація персоналу» надійність виконавців будівельних робіт (розраховано автором).

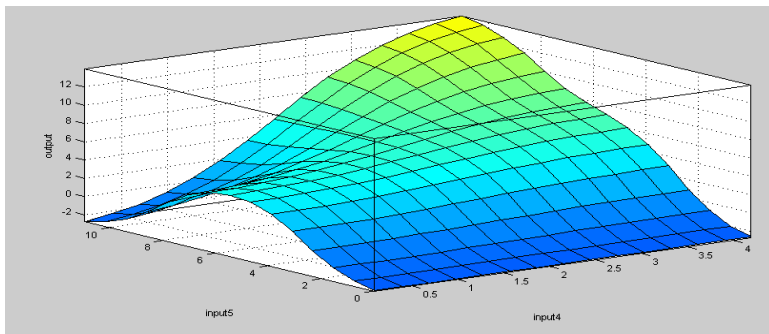


Рис.3.29. Вплив чинників «Дотримання правил охорони праці та безпеки на будівельному майданчику» і «Кваліфікація персоналу» надійність виконавців будівельних робіт *(розраховано автором)*.

Для подальшого уточнення та збільшення адаптивності моделі необхідно доповнювати і оновлювати вхідні дані щодо усіх претендентів на виконання робіт кожного інвестиційного проєкту. На основі оновлених даних, рекомендовано уточнювати отримані моделі та правила, що дозволить створити самоадаптивну систему оцінювання надійності виконавців будівельних робіт.

Лінгвістичні моделі дозволяють ухвалювати рішення для слабо структурованих завдань. До задач такого типу належить і оцінювання надійності виконавців будівельних робіт. Використання нечіткої логіки дозволяє знижувати рівень невизначеності при виборі виконавців та обґрунтовувати рішення щодо додаткового уникнення ризиків невиконання робіт, зменшення якості або затримки термінів чи перевищення бюджету з вини виконавців будівельних робіт. Побудовано нечітку модель оцінки надійності виконавців будівельних робіт, яка, залежно від результату, дає допустиму оцінку відхилень параметрів проєкту з вини виконавців робіт, що дозволяє прийняти превентивні заходи для уникнення критичних відхилень, а також порівнювати надійність виконавців, які претендують на участь у проєкті.

3.3. Спрямування вимог девелопменту та ВІМ на модернізацію структур адміністрування будівельним проєктом

Принцип єдності інформації є основним формоутворюючим принципом ВІМ технології. Створена один раз інформаційна модель може слугувати для

великих цілей на будь-який із стадій життєвого циклу будівельного проєкту. Різним етапам будівельного проєкту відповідають різні вимоги до використання інформаційної моделі. BIM-модель перебуває у процесі постійного розвитку та накопичення даних, проте інформативність – це незмінний елемент і на стадії проєктування, і на стадії будівництва, і стадії експлуатації.

На етапі проєктування модель не просто розробляється з нульового рівня, а й наповнюється основним обсягом інформативного навантаження, яке зберігатиметься навіть до виведення об'єкта з експлуатації.

Стилістична концепція на стадії ескізного проєкту відіграє основну роль, тому інформаційна модель може розроблятися в спрощеному варіанті, наприклад у частині виключно архітектурних рішень. На стадії ескізного проєктування спостерігаються такі операції:

- швидке відтворення вже існуючої інфраструктури;
- вивчення території проєктування;
- розробка безлічі варіантів;
- попередня оцінка економічних та тимчасових витрат;
- аналіз різних архітектурних рішень, що приймаються в умовах існуючої забудови;
- створення ескізних проєктів лінійних об'єктів;
- реалізація візуального представлення об'єктів.

Виходячи з перелічених вище положень, можна зробити висновок, що стадія ескізного проєктування є відправною точкою для створення майбутніх проектних рішень у сфері BIM-технологій.

Підключення фахівців суміжних розділів, до яких можна віднести конструкторів, інженерів ОВ, ЕП, ВК тощо, відбувається безпосередньо на стадії розробки проектної документації.

Далі переваги інформаційного моделювання позначаються найбільш виразно, одною з них є можливість одночасної роботи всіх фахівців у єдиному файлі сховища. Спільна робота полягає у наступних аспектах:

- кожен учасник проєкту закріплений за своєю робочою частиною проєктної моделі;
- кожен розділ проєктної документації перебуває у повному веденні відповідного спеціаліста;
- зовнішні посилання допомагають злагоджено організувати принцип спільної роботи;
- суміжні розділи використовуються іншими учасниками проєкту без можливості зміни;
- всі зміни синхронізуються з єдиною моделлю-сховищем та відображаються у кожному із пов'язаних файлів.

Наочніше принцип спільної роботи демонструє рис.3.30

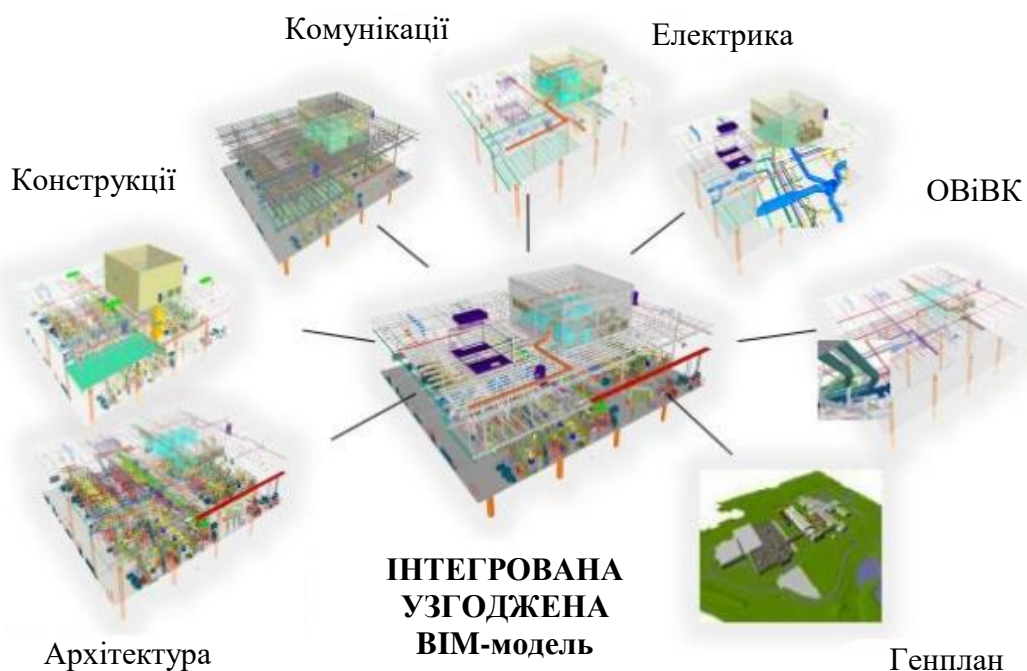


Рис. 3.30 Принцип спільної роботи в інформаційній моделі.

Єдина інформаційна модель – це нескінченне сховище різних варіацій ПД. Розрізи, фасади, креслення вузлів і т.д. виводяться із простору інформаційної моделі, отже трудовитрати мінімізуються.

Автоматизація роботи зі специфікаціями – це найбільш очевидна перевага використання BIM-моделі для створення робочої документації. Відповідна інформація, закладена спочатку на первинних етапах її розробки, заповнюється до відповідних граф затверджених специфікацій.

Переваги, виявлені на попередніх стадіях реалізації проєкту, зберігаються також і на стадії створення дизайн-проєкту. Дизайн-проєкт, що реалізується із застосуванням технологій інформаційного моделювання, містить:

- функціональне зонування приміщення;
- розстановка обладнання та меблів, представлена у тривимірному форматі;
- схеми інженерних систем у 3D вигляді.

Говорячи про підсумки розгляду впливу BIM-технологій на проєктні роботи, можна виявити такі особливості:

- види, розрізи, фасади та інші перспективні види формуються автоматично;
- колізії (перетину) виявляються у відповідності до всіх елементів моделі, на рис. 3.31 представлена колізія елементів одного розділу;
- двомірні та тривимірні варіанти подання креслень;
- велика індивідуалізація проєкту;
- варіативність проєкту, через швидке внесення можливих змін;
- створення документації (відомості, специфікації тощо) в автоматичному режимі.

Підбиваючи підсумки вищевикладеного оповідання, важко недооцінити позитивний вплив інформаційного моделювання будівлі на весь спектр операцій, вироблених на стадії проєктування об'єкта. Однак, як і всі сучасні технології BIM вимагає особливої уваги до процедури його впровадження. Особлива увага полягає насамперед у поетапному залученні співробітників [15], готовності до можливих ризиків та початкового зниження продуктивності тощо. Незважаючи на будь-які труднощі, кінцевий результат у 9 випадках з 10 залежатиме виключно від вкладених ресурсів, і фінансових, і трудових.

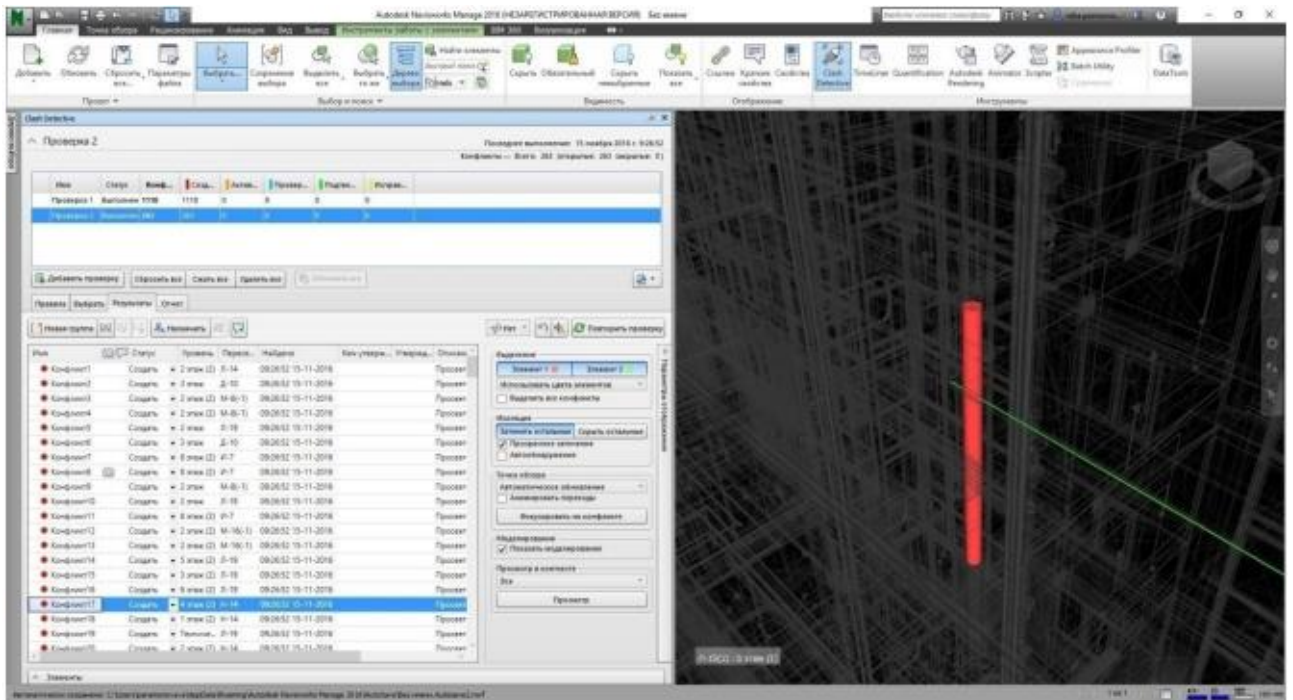
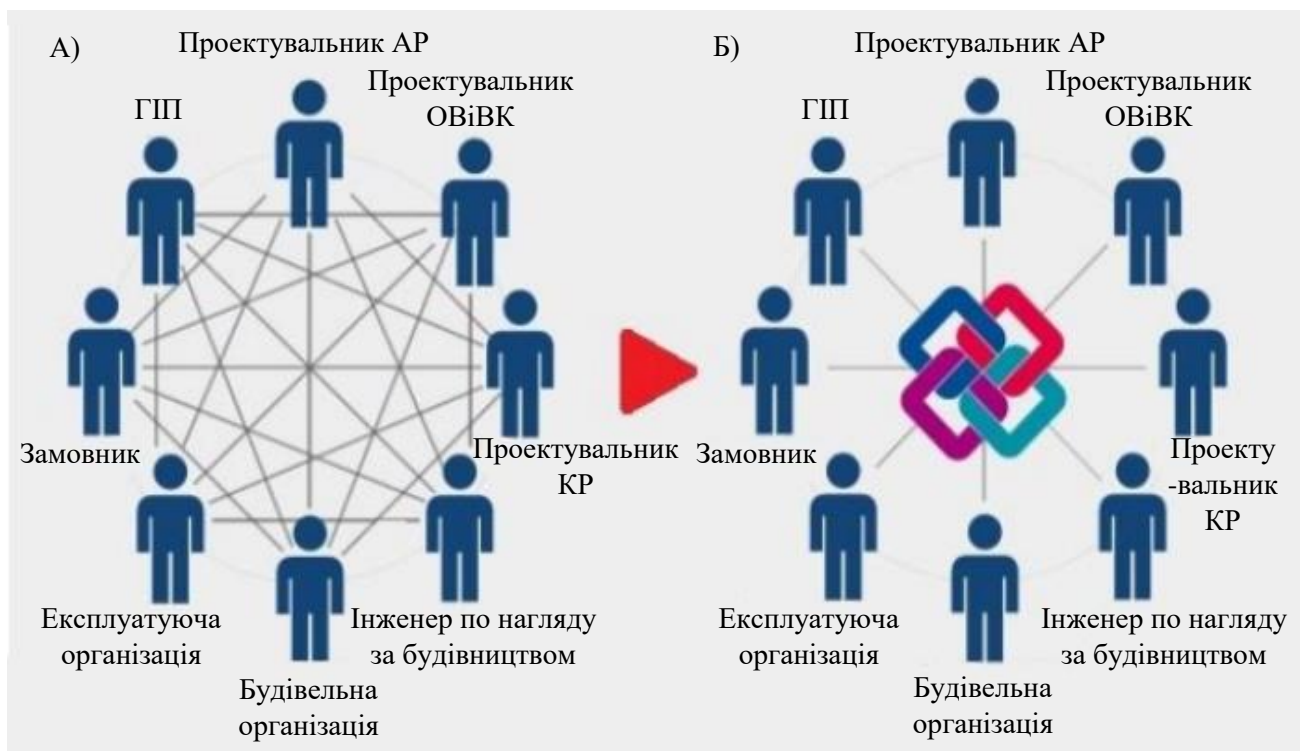


Рис.3.31. Конфлікт розділів ВК та ЕС

Як було неодноразово зазначено, інформаційна модель будівлі знаходить своє застосування на будь-якому етапі життєвого циклу будівельного проєкту, схема взаємодії всіх учасників проєкту представлена на рис. 3.32.

Проте стадії будівництва та експлуатації є менш вивченими у сфері BIM технологій, оскільки найчастіше замовник, використовуючи інформаційну модель та спираючись на вимоги нормативної документації, обмежується виключно візуальним тривимірним поданням майбутнього проєкту, не замислюючись про технічні вигоди інформаційного моделювання для подальших етапів реалізації проєкту.



А) Проектування Б) BIM-моделювання

Рис. 3.32. Взаємодія учасників проекту за різних підходів до його реалізації.

На особливу увагу заслуговує адаптація інформаційної моделі для стадії будівництва об'єкта, так як список можливих задіяних функціональних процесів, дійсно, великий:

- організація взаємодії між проєктувальниками та будівельними організаціями;
- організація та управління будівельними процесами;
- отримання достовірної інформації про терміни виконання робіт (4D модель, в яку як додатковий параметр введено «час»), реалізується за допомогою календарного та мережевого графіка виконання робіт;
- отримання обґрунтованої інформації про вартість робіт (5D модель: як додатковий параметр присутня «вартість»);
- здійснення будівельного нагляду: користуючись планшетним комп'ютером із завантаженою раніше інформаційною моделлю, інженер безпосередньо на будівельному майданчику робить позначки, відомості про які

синхронізуються з єдиною моделлю, отже, до проєктної організації надходить максимально достовірна інформація;

- прогнозування динаміки виконання робіт, а також її відстеження;
- точне визначення потреби у матеріалах [20].

Одночасне узгоджене виконання поставлених завдань, що сприяє здачі об'єкта у встановлений термін, неможливо при традиційних методах проєктування, так як сама суть BIM-технологій полягає у формуванні всього проєкту в єдиному інформаційному просторі. Завдяки 4D моделі процес поєднання кількох паралельних графіків робочих процесів різних організацій чи бригад значно спрощується.

Це дозволяє не тільки аналізувати відповідність реальної стадійності будівництва, а й додавати фінансові показники виявлення фінансових ресурсів, необхідні для життєздатності об'єкта на кожному з етапів.

BIM-технології дозволяють систематизувати звичні процеси та завдання, відображені на рис.3.33, зменшуючи витрати, при цьому, як на фінансові, так і на трудові ресурси.

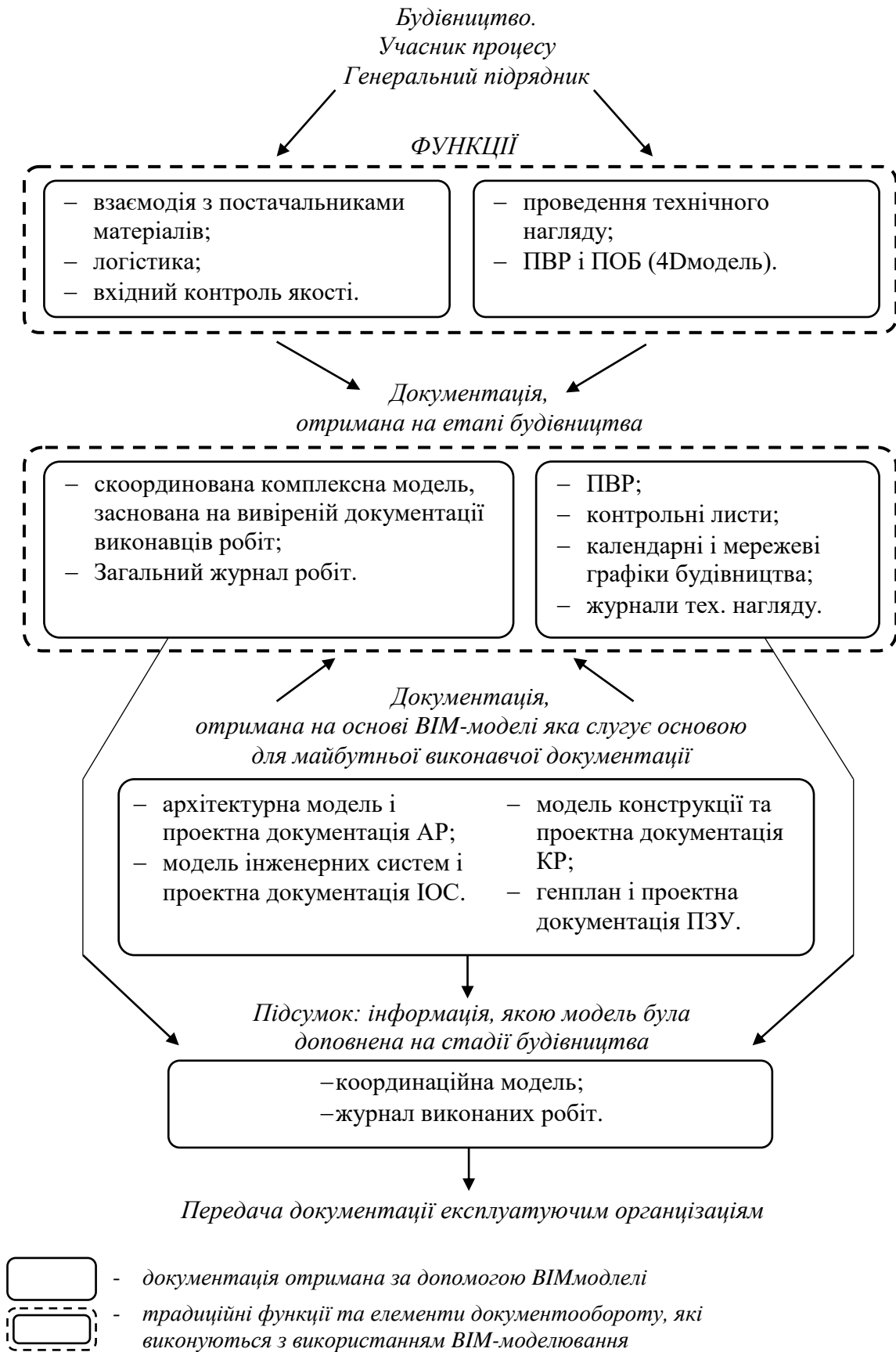


Рис.3.33.Завдання, які вирішуються за допомогою BIM-моделі

Схема, представлена на рис.3.34, наочно показує, що інформаційна складова моделі грає першорядну роль, водночас її вплив на різних етапах життєвого циклу по-різному. На етапі проектування вплив геометричного представлення об'єкта превалує над інформативністю, найбільш явно ця відмінність проявляється під час будівництва об'єкта. На завершальній стадії, а саме при експлуатації будівлі, ідеологія BIM виявляється вищою мірою, оскільки саме в цьому випадку вперше за весь життєвий цикл будівлі інформація виходить на перший план, а геометричні форми та представлення втрачають свої провідні позиції.

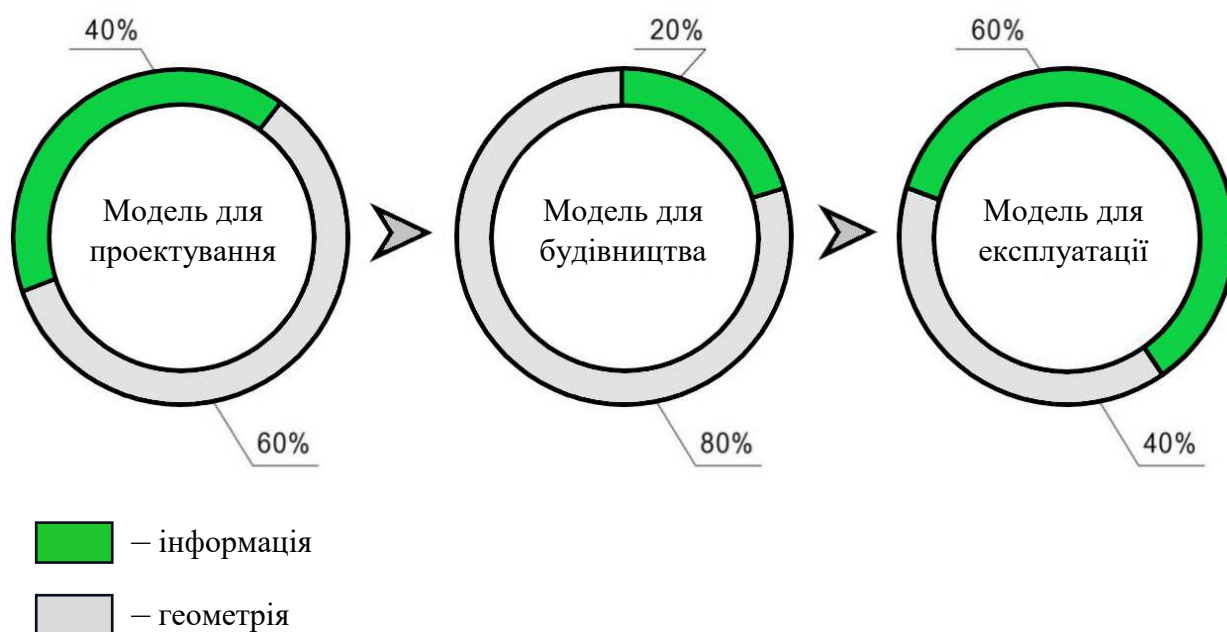


Рис.3.34.Співвідношення значень геометрії та інформації BIM-моделі на різних етапах життєвого циклу

Етап експлуатації з погляду освоєння BIM-індустрії представляється найменш скоординованим з усіх вищевикладених етапів, тому що коли вимовляють слово «BIM», першою думкою є, звичайно ж, проектування, рідше згадується стадія будівництва об'єкта і майже ніколи експлуатація. Однак саме цей етап займає найбільш протяжний часовий відрізок, тривалість безпосередньо впливає на фінансові витрати, отже, сумарні витрати на експлуатацію часто-густо в кілька разів перевершують попередні витрати.

Отже, цілком очевидним є наступний висновок: сучасні технології проектування та будівництва мають бути спрямовані на оптимізацію процесу експлуатації будівель та споруд.

Можливості інформаційної моделі на стадії експлуатації полягають у таких функціях:

- управління експлуатаційною документацією;
- контроль витрачання ресурсів;
- налагоджена експлуатація інженерної та інформаційної інфраструктури;
- інтеграція з BMS-системою об'єкта, приклад якої можна спостерігати на рис. 3.34;
- облік обладнання та гарантійних зобов'язань;
- оцінка ефективності управління, інвентаризація та технічний аудит обладнання.



Рис.3.34. Схема роботи BMS (Building ManagementSystem).

Під час життєвого циклу об'єкта BIM-модель забезпечує:

- розумне планування витрат на поточний та капітальний ремонт будівлі, обґрунтування фінансових витрат;
- прогнозування річного бюджету на експлуатацію об'єкта;
- створення концепції розвитку об'єкта, плану управління експлуатацією;
- супровід договорів на комунальні послуги.

Перелічені функціональні особливості інформаційного моделювання на стадії експлуатації дозволяють запровадити поняття так званого «електронного паспорта будівлі» на основі BIM-моделі. Існує кілька шляхів його створення:

- 1) актуалізація вже існуючої моделі, отриманої від проєктної чи підрядної організації;
- 2) створення виконавчої моделі, саме інформаційної моделі, призначеної виключно для стадії експлуатації.

У сучасних реаліях кращим, безсумнівно, є перший варіант, оскільки саме до єдності інформаційної моделі на всіх етапах життєвого циклу конкретного будинку прагнуть всі учасники будівельного ринку. Другий метод використовується для вже збудованих будівель та споруд, найчастіше для пам'яток архітектури. Застосування BIM технологій для таких існуючих споруд зводиться до вирішення завдань реконструкції, управління та обслуговування будівлі. Перелічені завдання вирішувалися шляхом створення комплексної моделі, що складається у свою чергу з основної частини та логічно визначених підмоделей, що містять інформацію, що сприяє вирішенню будівельно-технічних, управлінських, логістичних та фінансових завдань. Відмінною особливістю інформаційної моделі для таких будівель є той факт, що її складові, а саме підмоделі, виконувались у різних BIM-програмах, при цьому кожен учасник процесу мав повноцінний доступ до моделі завдяки універсальному формату передачі інформаційної моделі – IFC.

Поступово впроваджуючи технології інформаційного моделювання в стадії життєвого циклу об'єкта, можна розраховувати на перспективне

використання основних концепцій також і на найбільш тривалій стадії експлуатації, тим самим раціональним є твердження, що концепція BIM дозволяє закласти очікувані результати та показники експлуатаційних процесів на стадії проектування. Відмінність підходів розгляду етапності життєвого циклу будівлі продемонстрована на рис. 3.35.

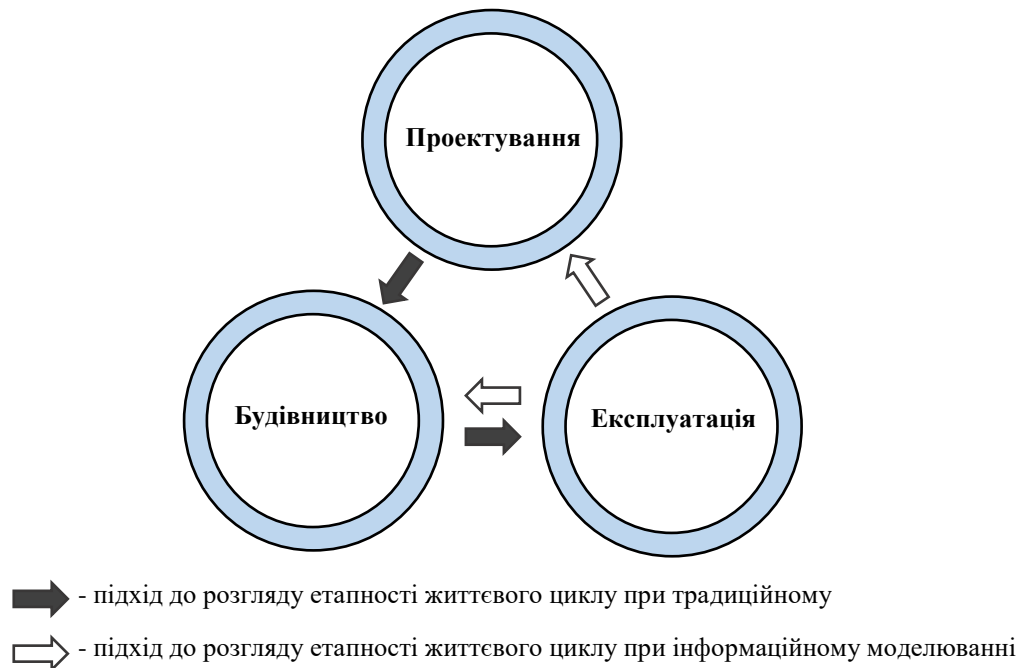


Рис. 3.35. Відмінність підходів розгляду етапності життєвого циклу будівлі

Підбиваючи підсумки розгляду можливостей технології інформаційного моделювання для початку стадії експлуатації, можна виділити кілька основних переваг, які впливають безпосередньо на роботу організацій, що експлуатують:

- 1) Наявність цифрового архіву про всі прийняті рішення під час виконання будівельно-монтажних робіт;
- 2) Online доступ до виконавчої документації у будь-який час;
- 3) Організація швидкого пошуку даних по об'єкту, точні відомості про кількість матеріалів та обладнання;
- 4) Поновлювана інформація протягом усього життя об'єкта;
- 5) Інформація зберігається в експлуатуючих організаціях, а не в сторонніх компаніях.

Інформаційне моделювання вже зараз є перспективним напрямом, який отримує всебічну підтримку, так, згідно із заявами департаменту містобудівної діяльності та архітектури, основною метою на даний момент є перехід будівельної галузі на новий формат мислення та управління проектом в цілому.

Створення автоматизованої системи експлуатації передбачається розглядати двома способами:

1) первинна система експлуатації – найпростіший варіант, який передбачає використання спеціалізованих програмних комплексів, розроблених чисто під потреби експлуатації. Удосконалення системи експлуатації об'єкта досягається спільним застосуванням програмних комплексів *Revit* (для створення інформаційної моделі та оснащення її потрібною інформацією), *Navisworks Freedom* (безкоштовне програмне забезпечення, спрямоване виключно на перегляд BIM-моделі та інформативної складової окремих компонентів);

2) автоматизована система експлуатації – варіант, який передбачає використання спеціалізованих програмних комплексів, зокрема *BIM 360 Ops*.

На стадії виконання проектної інформаційної моделі в якості загальних параметрів були використані параметри, необхідні передусім для відображення специфікації. Проте для стадії експлуатації об'єкта необхідно доповнити базу даних параметрами, які можна буде прогнозувати.

На прикладі однієї із зв'язаних моделей, а саме моделі системи водопостачання та каналізації, надаються одні з нових параметрів, які можуть бути доповнені при планових оглядах інженерних систем тощо.

У табл. 3.23 представлені загальні параметри проектної та експлуатаційної моделей.

Загальні параметри елементів інформаційної моделі для різних стадій життєвого циклу будівельного проєкту

Проєктна інформаційна модель	Експлуатаційна інформаційна модель
<ul style="list-style-type: none"> – позиція; – найменування та технічні характеристики; – тип, марка, позначення документа; – код обладнання, виробу, матеріалу; – завод-виробник; – одиниця виміру; – маса одиниці; – примітка 	<ul style="list-style-type: none"> – позиція; – найменування та технічні характеристики; – тип, марка, позначення документа; – код обладнання, виробу, матеріалу; – завод-виробник; – одиниця виміру; – маса одиниці; – примітка: – <i>дата огляду;</i> – <i>ПІБ відповідальної особи;</i> – <i>первинні зауваження;</i> – <i>виявлені несправності;</i> – <i>висновок про поточний технічний стан елемента;</i> – <i>перелік передбачуваних робіт</i>

Зміни у загальних параметрів автоматично проєктуються на комплексну модель, отже вони можуть доповнюватися інформацією протягом усього життєвого циклу. Для докладнішого вивчення можливості автоматизації процесу технічної експлуатації будівлі необхідно:

- 1) визначити основний перелік робіт та функцій, що виконуються в ході експлуатації житлового фонду;
- 2) виявити ієрархію традиційного підходу до експлуатації об'єкта на прикладі одного з видів виконуваних робіт;
- 3) представити алгоритм експлуатації об'єкта на основі досліджуваного методу автоматизації з використанням ВІМ-моделі будівлі, наприклад передбачається використання того ж виду робіт;
- 4) порівняння отриманих схем.

Найбільш поширеними питаннями технічної експлуатації житлового фонду є питання його утримання та ремонту. На рис.3.36 представлено основні процеси, що характеризують той чи інший вид робіт.

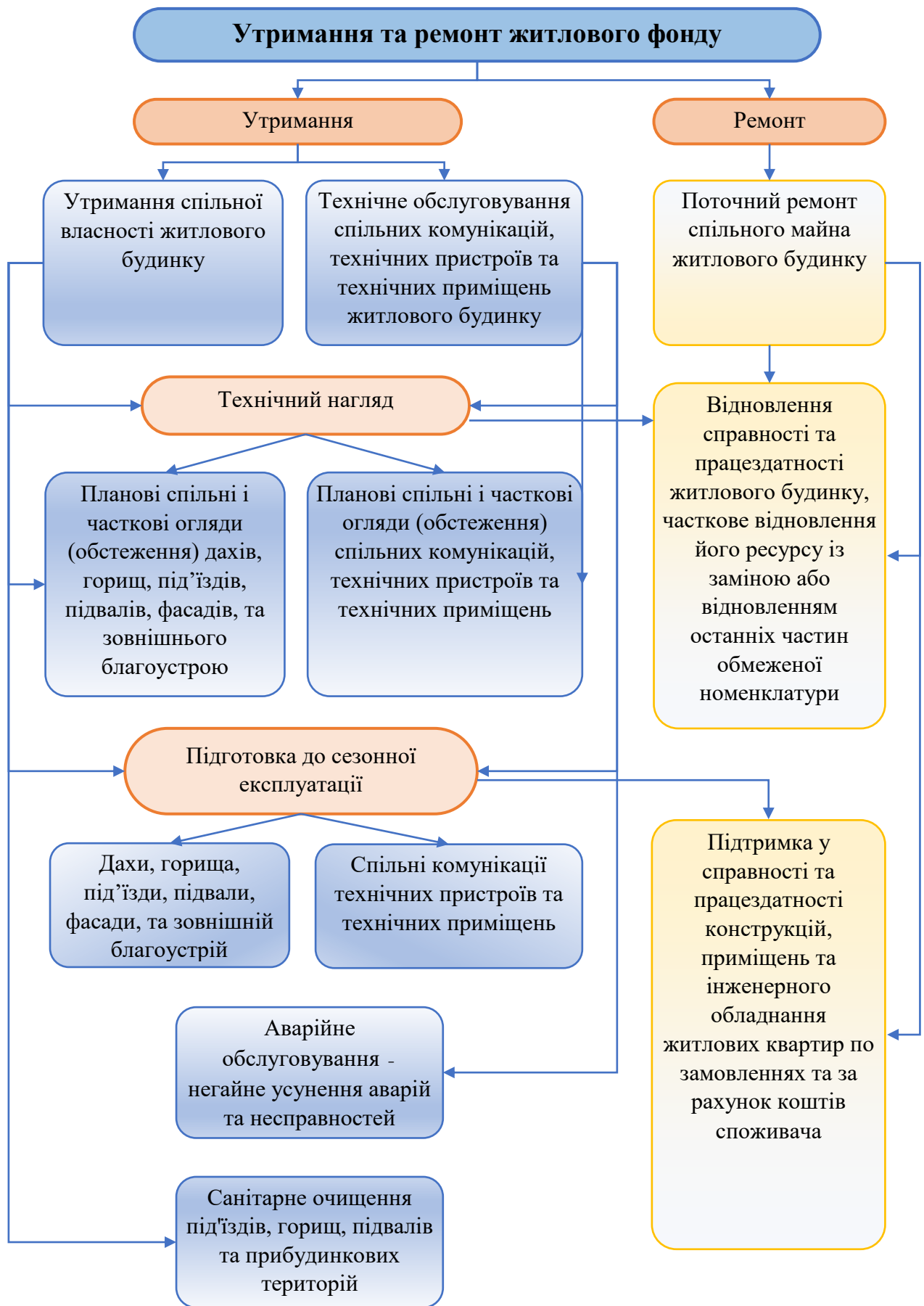


Рис. 3.36. Технічна експлуатація житлового фонду

Для подальшого порівняння традиційного та інформаційного підходів до організації процесу технічної експлуатації житлового фонду приймемо єдину ситуацію: появу несправності та заходи, спрямовані на її екстрене усунення. Традиційний підхід до вирішення цього питання представлено рис. 3.37.



Рис.3.37. Організація усунення несправності за традиційного підходу до експлуатації об'єкта.

Як показує рис.3.37, після виявлення мешканцями несправностей у терміновому порядку оформляється заява на ім'я обслуговуючої організації з описом проблеми, а також вимогою її вирішення, далі заява може доставлятися безпосередньо в організацію особисто до рук або надсилатися рекомендованим листом з повідомленням. В обох випадках протягом доби після отримання заяви, її необхідно розглянути та направити майстра для огляду та складання акту. Далі, після необхідного, а часом і досить тривалого збору вихідних даних, інформації про обладнання тощо, складається кошторис на виконання робіт

згідно з актом технічного огляду та вимоги заявника найчастіше задовольняються. Очевидним недоліком даної схеми є значна кількість стрілок, оскільки вона безпосередньо сприяє збільшенню часових витрат.

Схема інформаційного підходу до питань технічної експлуатації з прикладу тієї самої ситуації виглядає трохи інакше, вона представлена на рис. 3.38.



Рис. 3.38. Організація усунення несправності із застосуванням систем автоматизації

Наскільки можна спостерігати, головну роль у цій схемі, а саме центральне, займає позиція «Інформаційна модель + система автоматизованого управління житловим фондом», всі операції також відбуваються, не торкаючись цього блоку.

При несправності устаткування мешканець повідомляє за допомогою мобільного додатка, вказуючи номер свого будинку, а також детально описуючи ситуацію, тобто, заповнює форму-заявку не виходячи з власного будинку, до заявки також можуть прикріплюватися різні файли, що дають докладніше уявлення про природу несправності. Далі запит обробляється та

відправляється на єдиний хмарний сервер, де направляється безпосередньо в експлуатуючу організацію, де система аналізує наявні відомості та надсилає запити на смартфон співробітників, які на даний момент можуть зайнятися вирішенням проблеми. На місці майстер, відсканувавши штрих-код або QR-код обладнання, може отримати доступ до інформаційної моделі, переглянути всі відповідні позначки про попередні стани елемента системи, отримати доступ до технічних паспортів та іншої документації, що, безперечно, дозволяє адекватно міркувати про причини несправностей та можливостях їх усунення.

Далі безпосередньо в офісі керуючої організації складаються акти, кошториси та інша необхідна документація. Особливістю застосування інформаційної моделі на цій стадії є можливість виводити основний обсяг інформації безпосередньо з моделі, не звертаючись до величезної кількості проектної документації, після чого співробітники керуючої організації можуть розпочинати задовольняти запит заявника.

Якщо порівнювати останню схему з «традиційною», можна спостерігати, що кількість та величина стрілок значно зменшилися, перетинання звелися до мінімуму, виключені зайві ланки алгоритму, а практично вся діяльність організується через загальний блок, що дозволяє судити про економію тимчасових та трудових витрат працівників, своєчасне відновлення налагоджено працюючих процесів житлового будинку, і навіть зведення до мінімуму можливості втрати будь-якої інформації, оскільки, як було зазначено раніше, вся інформація проходить через єдину ланку «інформаційна модель».

Далі як приклад представлені функціональні особливості автоматизованої системи експлуатації, розробленої з безпосереднім застосуванням BIM 360 Ops.

Розроблена в Revit модель з усіма структурними компонентами завантажується в програмний комплекс, який є багатопольярним, тобто, він зберігає свою функціональність незалежно від використовуваної версії. Початковий процес активації комплексу як у комп'ютерній, так і в мобільній версії представлений на рис. 3.39 та 3.40.

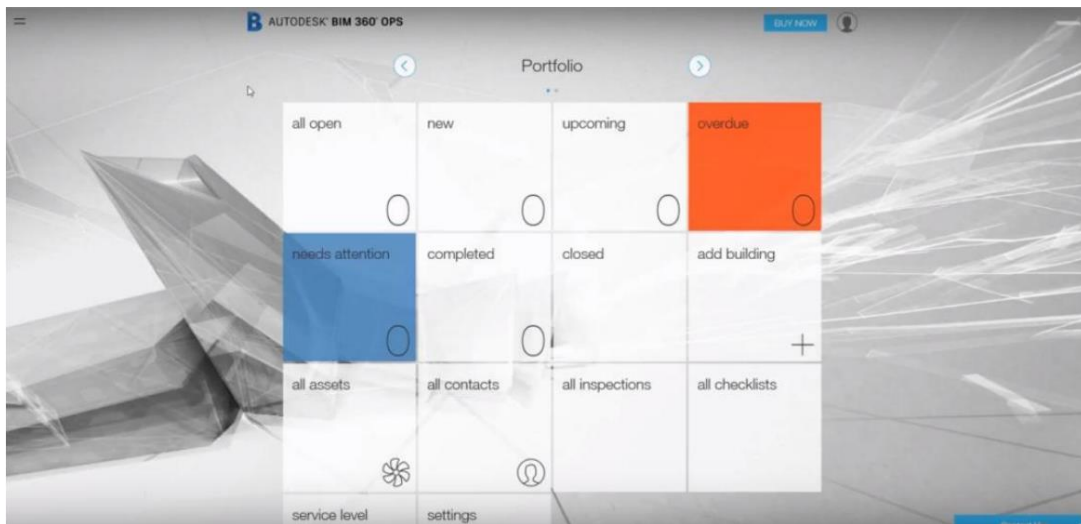


Рис. 3.39. Початковий вигляд інтерфейсу BIM 360 Ops у комп'ютерній версії програми



Рис. 3.40. Мобільна версія програми BIM 360 Ops

Далі користувачами житлового фонду, які мають у своєму розпорядженні той же програмний комплекс, формуються завдання-заявки, які синхронізуються з головним комп'ютером експлуатуючої організації, вручну або автоматично, виходячи із зайнятості персоналу, завдання присвоюється певному виконавцю, тобто заноситься в його особистий кабінет у статусі

активного завдання, що можна спостерігати на рис. 3.41. Завдання перебуває в прямій взаємодії з інформаційною моделлю об'єкта, тим самим виконавець завжди має першочерговий доступ до нормативної документації, технічних паспортів та інших відомостей, які були закладені при реалізації експлуатаційної моделі.

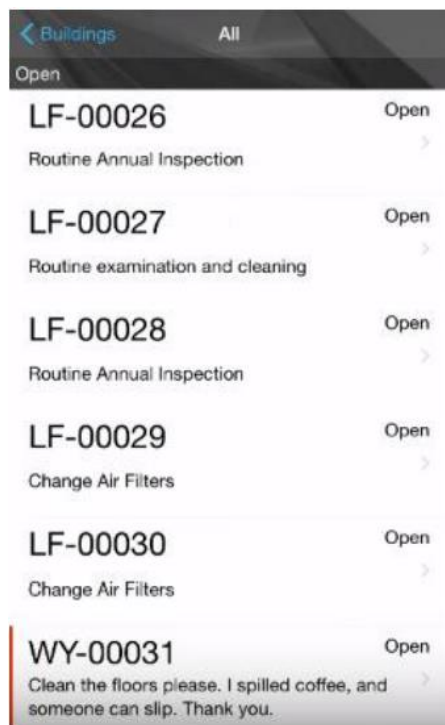


Рис. 3.41 Список активних завдань у мобільному додатку

Активні завдання в особистому кабінеті виконавця можуть сортуватися за величезною кількістю параметрів: локальне розташування об'єкта, що шукається, пріоритетність виконання завдання, виконавець завдання і т.д. Приклад сортування представлений рис.3.41.

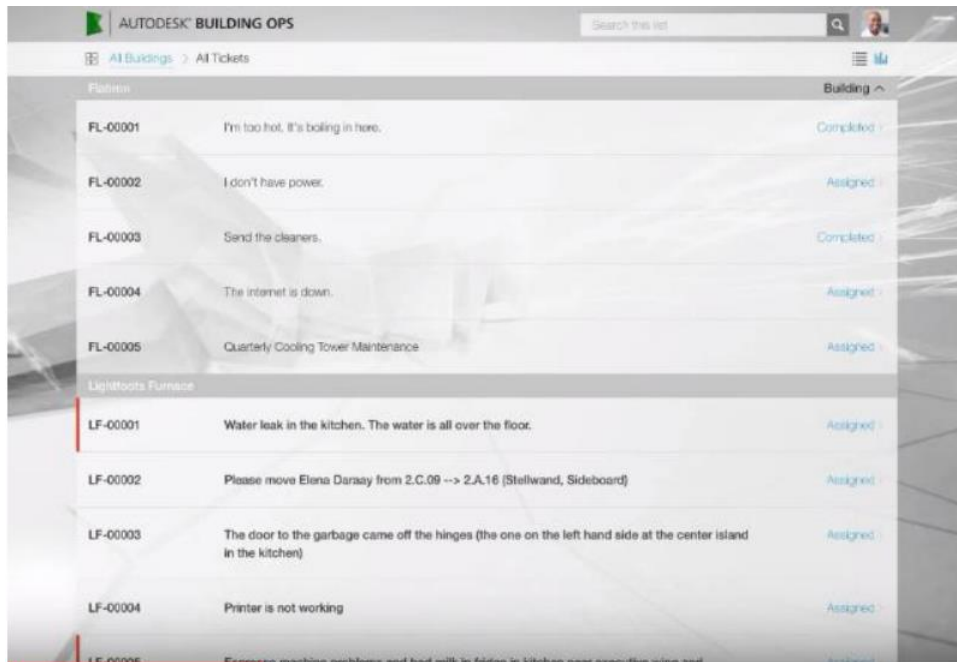


Рис. 3.42. Можливість сортування активних завдань за різними параметрами.

Весь спектр завдань обробляється і може бути представлений у багатьох варіаціях діаграмного представлення, які можна спостерігати на рис. 3.42–3.44.

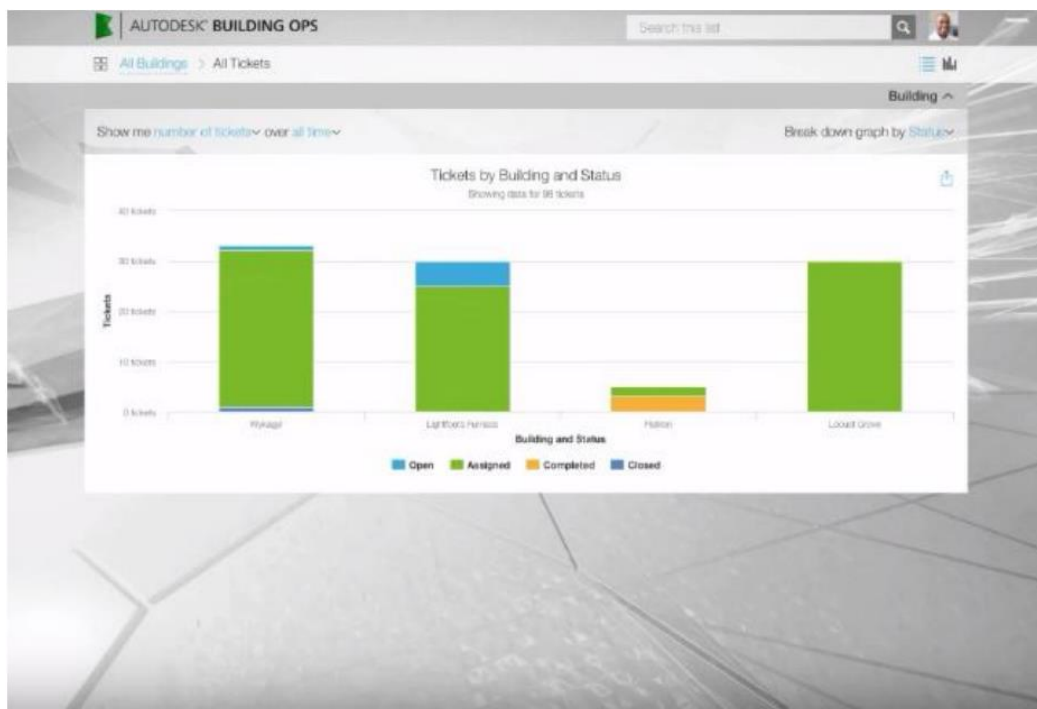


Рис. 3.43. Схематичне відображення статусу виконуваних завдань у різних варіаціях сортування



Рис. 3.44. Схематичне відображення статусу виконуваних завдань та їх виконавців

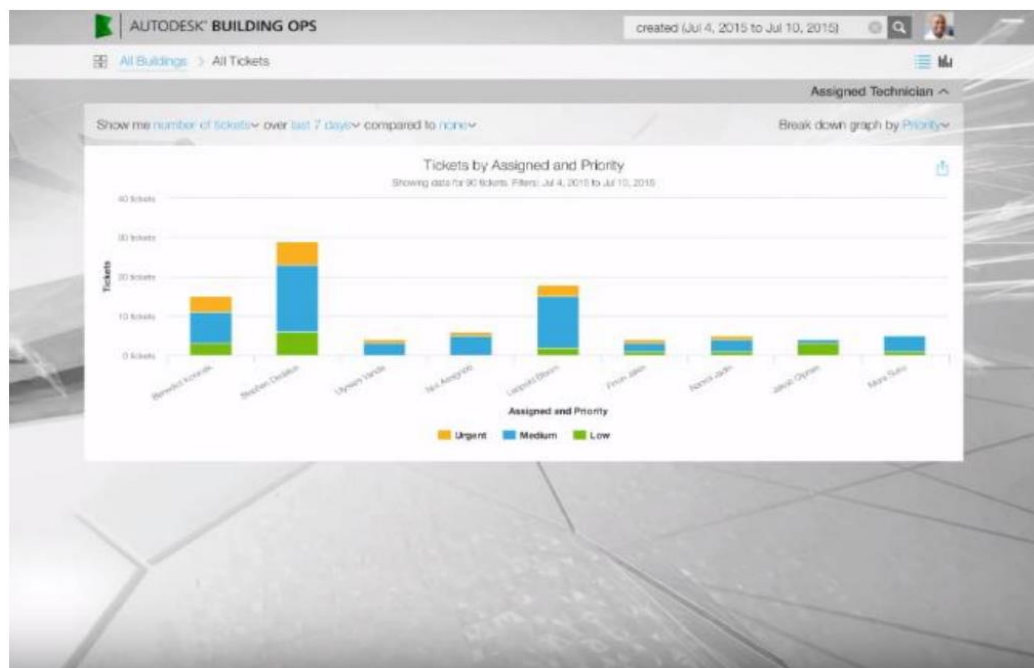


Рис. 3.45. Відомості про пріоритетність виконуваних завдань та їх виконавців

Якщо порівнювати вищенаведений метод із найпростішим первинним, то тут можна спостерігати максимальне використання принципів інформаційного моделювання, а саме поширене використання закладеної інформації, оптимізація усталених процесів з метою оптимізації термінів виконання, і як внаслідок заощадження економічних ресурсів.

Висновки до Розділу 3

1. В даному розділі відображено провідні науково-аналітичні прикладні результати дослідження. Представлено провідний результат дослідження - інструментарій функціонально-технологічного забезпечення надійності організацій-виконавців будівельних проєктів у вигляді системи трьох модулів. Модуль 1: «Сукупна оцінка надійності організації-виконавця в девелоперському будівельному проєкті», Модуль 2: «Оцінювання надійності зовнішнього мікросередовища впровадження ДБП», Модуль 3: «Визначення інтегрованого рівня надійності ДБП.

2. Створено інструментарій верифікації стану надійності виконавців на ґрунті нової системи індикаторів ФТН, імплементованих до складу BIM-моделі циклу адміністрування проєктом. В складі інструментарію використано 3 групи показників: «потенційні перешкоди та небезпек збоку безпосереднього оточення проєкту»; «якість девелопменту та надійність оргструктури адміністрування ДБП щодо протистояння загрозам»; «формалізований вияв довіри девелопера до стану ФТН до виконавців».

3. Запровадження апарату трансформації нечітко-логічних описів у детерміновані (кількісні) оцінки сформовано через сполучення алгоритмів нечіткої-логіки та експертно-евристичного оцінювання (fuzzy-logic), за якою підприємство отримує відповідну бальну оцінку певного фактору мікросередовища ДБП та надалі за цією чисельною оцінкою діагностує за даним фактором змістовну міру надійності (збереження рівноваги): від стану «абсолютна рівновага» до стану «повна втрата надійності функціонування підприємства-виконавця за даним фактором».

4. Спираючись на розроблений методико-аналітичний підхід щодо ФТН, засади «управління за відхиленнями», теорію відмов та сценарний підхід в складі створеного інструментарію забезпечено можливість моделювання, опрацювання різних сценаріїв розвитку проєктного циклу та одержання достовірних інтерпретаційних висновків за умови: можливих відхилень

(девіацій) ходу проєктного циклу під дією «збурюючих впливів»- внутрішніх та зовнішніх чинників ДБП; ймовірних значень ФТН щодо складу виконавців. Тому BIM-модель ДБП-адміністрування трансформується до формату системи автоматизованого регулювання (САР), яка включає: а) збурюючі чинники; б) ФТН щодо всього ДБР як регульований аргумент моделі; с) виконавчий механізм – девелоперську структуру управління ДБП; d) модуль діагностування та коригування; е) цільова функція - організаційно-технологічний або вартісний індикатор циклу, який особою, що приймає рішення (ОПР), обрано в даній BIM-моделі організації будівництва. Девелопер проєкту встановлює директивне значення рівня ФТН, яке залежить від статусу проєкту і може коливатися від 92% до 96% від максимального значення. Оцінка загального рівня ФТН серед усіх учасників проєкту обчислюється як сума добутків рівнів ФТН кожного з підприємств-виконавців, помножених на частку вартості робіт, виконаних кожним виконавцем, у відсотковому співвідношенні до кошторисної вартості проєкту. Таким чином, директивне середньозважене значення ФТН серед усіх учасників проєкту відіграє важливу роль як чіткий регулятор попередження кризових явищ в адмініструванні проєктом. У випадку невиконання вимог щодо інтегрованого директивного значення ФТН девелопер проєкту повинен прийняти адміністративно-управлінські та вартісно-бюджетні заходи для внесення необхідних змін до складу виконавців і характеру взаємодії кожного з них в рамках девелоперського проєкту.

5. Модулі комплексу програм забезпечують адекватну по-факторну та інтегровану оцінку ФТН для організацій-виконавців та ДБП в цілому за шкалою відносних одиниць від 0 до 115. Ця шкала відображає різні стани організації від оцінки за окремими факторами до оцінки за конкретними рівнями надійності організацій-виконавців (претендентів). Зокрема, від «незадовільного стану, ресурс для виходу на задовільний рівень втрачено, участь виконавця в проєкті відхилено» (означає вилучення організації зі списку виконавців) - до стану «рівень оцінки виконавця за даним фактором вищий, ніж середньогалузеві та нормативні вимоги», що підтверджує найвищий рівень

довіри з боку замовника і девелопера до відповідного виконавця ДБП. Серед завдань створеного комплексу програм пріоритетним завданням лишається його спрямування на ризик-ідентифікацію будівельного проєкту. Чим нижчий рівень ФТН проєкту, тим вища необхідна надійність результату, тим менша тривалість етапу працездатного стану системи і вища, відповідно, інтенсивність управлінського впливу на ДБП як об'єкт управління. Ідентифікований для проєкту стан ФТН після інтерпретації надасть можливість ОПР виявити, на подолання яких видів ризиків (виконавчий, інфраструктурний, логістичний тощо) слід зосередити зусилля адміністративного апарату та виконавців проєкту.

6. У форматі даного дослідження цільове оновлення (апгрейд) організаційних структур управління будівельним проєктом виступає як частина стратегії підвищення рівня функціонально-технологічної надійності проєкту в цілому. Розроблена на основі ВІМ-моделі карта адміністрування ДБП дає можливість відстежувати у розрізі організацій-виконавців етапи проведення відповідних будівельних робіт, що закріплені за даним підрядником, що є елементом формування інтегрованого показника надійності такого виконавця.

7. Отже, теоретична цінність результатів дисертації в сукупному використанні полягає в суттєвому оновленні теоретичного та базису «організації будівництва» як наукової підсистеми спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія», яке досягнуто за рахунок розробки інноваційного науково-аналітичного комплексу оцінки надійності організацій-виконавців. Аналітичні моделі в складі комплексу прив'язують стан надійності виконавців до поточної координати ВІМ-моделі циклу ДБП. Це забезпечує спроможність оцінки стану надійності як окремих виконавців, так і всього будівельного проєкту як тимчасової операційної системи, з врахуванням вияву впливу окремих факторів мікросередовища проєкту на хід проєктного циклу.

8. В результаті дослідження ризик-варіацій девелоперського будівельного проєкту, визначено, що вплив зовнішніх та внутрішніх ризик-факторів реалізації такого проєкту на пряму корелюється з організаціями-

виконавцями відповідних підрядних робіт, що визначає та підтверджує *ключову ідею даного дослідження – шляхом управління рівнем надійності виконавців будівельних проєктів девелопер може забезпечити надійність виконання відповідного ДБП.*

9. Представлено провідний результат дослідження - інструментарій функціонально-технологічного забезпечення надійності організацій-виконавців будівельних проєктів у вигляді системи трьох модулів. **Модуль 1:** «Сукупна оцінка надійності організації-виконавця в девелоперському будівельному проєкті». **Модуль 2:** «Оцінювання надійності зовнішнього мікросередовища впровадження ДБП»,. **Модуль 3:** «Визначення інтегрованого рівня надійності ДБП

10. Результатом використання розробленої матриці оцінки девелопером субпідрядників (виконавців) проєкту є *розрахунок підсумкового інтегрального показника ФТН*, що ґрунтується на визначеному наборі зважених факторів, кожен з яких прирівняно до відповідного встановленого нормативно-зразкового значення, що дає змогу ідентифікувати рівень наближеності та віддаленості кожного з факторів від еталонного стану.

11. Розроблено шкалу, у якій визначено семантичні оцінки стану організації як окремих факторів так і оцінки за дискретними станами надійності організацій-виконавців (претендентів) - від *«незадовільний стан, ресурс для виходу на задовільний рівень втрачено, участь виконавця в проєкті відхилено»*, що означає вилучення організації з переліку виконавців, до стану *«рівень оцінки за цією ознакою вищий, ніж середньогалузеві та нормативні вимоги»*, що означає найвищий рівень довіри до відповідного виконавця ДБП.

12. Розроблено номенклатуру факторів нечітко-логічного та експертного оцінювання мікросередовища ДБП у житловому будівництві, що включає в себе елементи комбіновані за трьома групами: Група 1 - Оцінка потенційних інституційних перешкод та можливих небезпек збоку безпосереднього оточення, Група 2 - Оцінювання рівня якості девелопменту та

оргструктури адміністрування проєкту щодо протистояння загрозам проєкту, Група 3 - Оцінка іміджу та надійності виконавців через довіру девелопера.

13. Запровадження апарату трансформації нечітко-логічних описів в детерміновані (кількісні) оцінки сформовано через сполучення алгоритмів нечіткої-логіки та експертно-евристичного оцінювання (fuzzylogic), за якою отримавши відповідну бальну оцінку певного фактору мікросередовища ДБП можна інтерпретувати нечітко-логічну оцінку стану ДБП за окремим фактором моделі, отримавши оцінку від «абсолютної рівноваги» до «повної втрати рівноваги», що в свою чергу дає сигнал девелоперу про можливість довіри до обраних організацій-виконавців за якими проводилося оцінювання

14. Проведено верифікацію надійності організацій виконавців, що дає змогу сформувати модель «Робота-матриця» із скоригованими параметрами, що є розрахунковою складовою третьої компоненти інструментарію Модуль 3 «Визначення інтегрованого рівня надійності ДБП», при цьому, параметри моделі «Робота-матриця» включають шифр параметру, який присвоюється в форматі fM1-1 та fM-2-2, а також розширене тлумачення змісту відповідних параметричних компонент.

15. Вирішення різних неформалізованих багатокритеріальних завдань в умовах невизначеності запропоновано методами застосування системи ВІМ-моделінгу, яку слід почати з структуризації проблеми вибору у вигляді ієрархії згори – визначення цілей (з точки зору управління), через проміжні рівні (критерії, за якими здійснюється порівняння варіантів) до нижнього рівня, який у загальному випадку представляється набором альтернатив.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дисертацію присвячено вирішенню актуального науково-прикладного завдання по розробці науково-аналітичного та прикладного комплексу з оцінювання стану і адміністрування процесами функціонально-технологічне забезпечення надійності виконавців в циклі та середовищі девелоперських будівельних проєктів (ДБП).

Значення результатів роботи для науки полягає в суттєвому оновленні теоретичного та прикладного базису «організації будівництва» як наукової підсистеми спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія», яке досягнуто за рахунок:

✓ запровадження поняття «функціонально-технологічна надійність» організацій-виконавців як комплексної категорії, яка відображає вимоги замовника та девелопера будівельного проєкту щодо ритмічності та якості виконуваних робіт, а також щодо дотримання вартісно-бюджетних умов роботи виконавця в складі проєкту;

✓ вдосконалення методичного підходу та аналітичних індикаторів оцінки та коригування надійності виконавців, що ґрунтуються на принципах управління за відхиленнями, теорії відмов та ВІМ-технологій.

✓ розробки інноваційного методико-аналітичного комплекс, що складається з трьох модулів: оцінка надійності організацій-виконавців у девелоперських будівельних проєктах, аналіз надійності зовнішнього мікросередовища впровадження ДБП та визначення інтегрованого рівня надійності ДБП. Ці модулі, пов'язані з ВІМ-моделлю циклу ДБП, в сукупному застосуванні дозволяють адекватно та формалізовано оцінювати надійність окремих виконавців та всього проєкту як тимчасової операційної системи на кожному етапі проєктного циклу, з урахуванням впливу факторів мікросередовища на його хід.

Значення результатів роботи для практики полягає у застосуванні комплексу програм формалізованого виміру стану надійності виконавців

проєкту в практику організації будівництва та адміністрування діяльністю будівельних організацій в середовищі та структурі девелоперського проєкту. Як засвідчили результати впровадження, використання результатів дисертації сприяло поліпшенню можливостей тривалого та стабільного функціонування організацій-виконавців у середовищі будівельних проєктів. Використання комплексу програм, який спирався на інтеграцію результатів дослідження з передовими напрацюваннями теорії відмов, BIM-технологій, нечіткої логіки та модернізованих організаційно-технологічних моделей будівництва, - призвело до чіткої формалізації та прозорості у проведенні кваліметричних замірів стану ФТН проєкту. До практичних переваг роботи слід віднести те, що в складі первинних індикаторів ФТН застосовано як технологічну ефективність субпідрядника в порівнянні з іншими виконавцями, а також ряд критеріїв, які оцінюють стабільність фінансового стану підрядника, його здатність до ефективного використання ресурсів та загальний імідж організації у сприйнятті замовника та девелопера.

Значущість науково-прикладного доробку автора, його окремих висновків та результатів роботи підтверджена довідками про успішне їх впровадження як у практику впровадження проєктів будівельного девелопменту (надано довідки від будівельних компаній), так і у навчальний процес КНУБА при підготовці бакалаврів та магістрів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Ці результати також успішно впроваджуються у практичну діяльність будівельних підприємств, які діють у сфері девелопменту нерухомості, а також у навчальний процес Київського національного університету будівництва і архітектури.

Результати відображених в дисертації досліджень дали підстави для наступних висновків:

1. В процесі систематизації базових дефініцій дослідження обґрунтовано важливість взаємодії таких підсистем в організації будівництва як технологічна та організаційна - як усередині будівельного підприємства, так і під час взаємодії організацій-виконавців будівельних проєктів. На підставі

такого обґрунтування надано систематизацію базових дефініцій дослідження. Дефініцію «функціонально-технологічна надійність» (ФТН) щодо організацій-виконавців застосовано як комплексну категорію, яка відображає вимоги замовника та девелопера будівельного проєкту щодо ритмічності та якості виконуваних робіт, а також щодо дотримання вартісно-бюджетних умов участі виконавця в циклі ДБП. Термін ФТН вказує на те, що діагностично-оцінювальний підхід та засоби оцінки спрямовані на оцінку здатності конкретної організації виконувати покладену на неї роботу у циклі девелоперського проєкту. Це також враховує на можливість широкого аналізу переваг і недоліків діяльності організації-виконавця як учасника проєкту для замовника і девелопера, як суб'єкта господарювання, а також як структури адміністрування та представника певного іміджу

2. В результаті опрацювання концептуально-теоретичних засад забезпечення ФТН виконавців на передінвестиційно-підготовчій фазі життєвого циклу проєкту будівництва виявлено, що організаційно-технологічна складова девелопменту у будівництві через формалізований вимір ФТН виконавців проєкту має передбачати як рівень ефективності системи адміністрування проєктом та продуктивності спрямовання зусиль на упередження та подолання негативних наслідків від недостатнього рівня ФТН в девелоперському середовищі проєкту. Виявлено, що функціонально-технологічний та управлінський моніторинг надійності проєкту можуть розглядатися як система, що збирає, аналізує і передає інформацію про поточний стан надійності як самого проєкту так і учасників-виконавців кінцевим користувачам, забезпечуючи загальний рівень надійності процесів реалізації девелоперського будівельного проєкту.

3. При формуванні методичного базису дослідження в якості його основних складових використано: організаційно-технологічні, графо-аналітичні сіткові моделі та ВІМ-інструменти формалізованої деталізації ДБП за стадіями, комплексами та роботами; засади будівельного девелопменту, smart-управління та управління за відхиленнями; моделі застосування «нечіто-

логічного висновку» та fuzzy-технології. В процесі досліджень обгрунтовано, що для дієвої роботи діагностично-інформаційної підсистеми забезпечення надійності виконавців мають бути розроблені управлінські блоки (на ґрунті SADT-моделювання). Ці блоки мають відображати різний зміст організаційно-управлінських, технологічних та інших заходів, спрямованих на поліпшення стану ФТН через наступні кроки:

- моніторинг технічного стану та функціональності обладнання, використовуваних організацією-субпідрядником матеріалів, аналіз історії технологічних та логістичних збоїв;
- формування команди (цільової групи) та відповідальних для підтримання надійності, упередження деструкцій;
- розробка спеціального програмного забезпечення для збору та аналізу даних про надійність;
- проведення тренінгів управлінського та робочого персоналу з питань ФТН, залучення до передових виробничих, комунікативних та операційних технологій;
- врахування впливу сучасних тенденцій будівельного девелопменту, BIM-технологій та SMART-управління та технічного адаптогенезу.

Впровадження цих кроків дозволяє регламентувати всі етапи програм забезпечення надійного поступального розвитку організації, включаючи врахування функціонально-технологічної надійності виконавців, зниження впливу процесів відхилень у будівництві, раціональне використання фінансових ресурсів тощо. Крім того, це дозволяє прогнозувати та планувати інвестиційні процеси у майбутньому, розробляти стратегії підвищення інвестиційної привабливості та іміджу підприємства на основі надійних характеристик виконавців.

4. В роботі створено методико-аналітичну платформу попередження відхилень ходу проєктного циклу, адаптовану до особливостей складу виконавців ДБП та ідентифікованого в цьому середовищі виконавців ДБП рівня надійності (ФТН). Адміністрування типами відхилень у проєкті

(ризиками, змінами, проблемами) окремо, не враховуючи їх взаємозв'язків та впливу, може призвести до втрати контролю менеджером проєкту над певними відхиленнями, оскільки він не розуміє, що одне відхилення може бути причиною іншого. Такий підхід управління є неефективним і може призвести до збитків у проєкті незалежно від того. Обґрунтовано, що процесі будівельного проєкту може виникати безліч причин та факторів, які можуть призвести до відхилень у проходженні циклу, серед них провідними чинниками є: недостатнє планування та управління ризиками; необачність у зміні вимогах замовника або дія форс-мажорних факторів, що призводить до відхилень у графіку та бюджеті; ресурсно-логістичні проблеми (в умовах воєнного часу); технічні труднощі, насамперед, пов'язані з неординарністю організаційно-технологічних, екологічних, гідро-геологічних та конструктивних рішень проєкту. Недосконалість складу організацій-виконавців вирізняє як провідну передумову девіацій проєктного циклу. Основою попередження відхилень в циклі ДБП виявлено застосування проактивного (превентивного) підходу у попередженні девіацій - попереднє варіативне моделювання циклу із застосуванням BIM-технологій та відстежування інтегрованого індикатора ФТН в цілому по проєкту на всіх дискретних часових координатах проєктного циклу.

5. *Створено інструментарій верифікації стану надійності виконавців на ґрунті нової системи індикаторів ФТН, імплементованих до складу BIM-моделі циклу адміністрування проєктом.* В складі інструментарію використано 3 групи показників: «потенційні перешкоди та небезпек збоку безпосереднього оточення проєкту»; «якість девелопменту та надійність оргструктури адміністрування ДБП щодо протистояння загрозам»; «формалізований вияв довіри девелопера до стану ФТН до виконавців». Спираючись на розроблений методико-аналітичний підхід щодо ФТН, засади «управління за відхиленнями», теорію відмов та сценарний підхід в складі створеного інструментарію забезпечено можливість моделювання, опрацювання різних сценаріїв розвитку проєктного циклу та одержання достовірних інтерпретаційних висновків за умови: можливих відхилень (девіацій) ходу проєктного циклу під дією

«збурюючих впливів» - внутрішніх та зовнішніх чинників ДБП; ймовірних значень ФТН щодо складу виконавців. Тому ВІМ-модель ДБП-адміністрування трансформується до формату системи автоматизованого регулювання (САР), яка включає: а) збурюючі чинники; б) ФТН щодо всього ДБР як регульований аргумент моделі; с) виконавчий механізм – девелоперську структуру управління ДБП; d) модуль діагностування та коригування; e) цільова функція - організаційно-технологічний або вартісний індикатор циклу, який особою, що приймає рішення (ОПР), обрано в даній ВІМ-моделі організації будівництва. Девелопер проєкту встановлює директивне значення рівня ФТН, яке залежить від статусу проєкту і може коливатися від 92% до 96% від максимального значення. Оцінка загального рівня ФТН серед усіх учасників проєкту обчислюється як сума добутків рівнів ФТН кожного з підприємств-виконавців, помножених на частку вартості робіт, виконаних кожним виконавцем, у відсотковому співвідношенні до кошторисної вартості проєкту. Таким чином, директивне середньозважене значення ФТН серед усіх учасників проєкту відіграє важливу роль як чіткий регулятор попередження кризових явищ в адмініструванні проєктом. У випадку невиконання вимог щодо інтегрованого директивного значення ФТН девелопер проєкту повинен прийняти адміністративно-управлінські та вартісно-бюджетні заходи для внесення необхідних змін до складу виконавців і характеру взаємодії кожного з них в рамках девелоперського проєкту.

6. Модулі комплексу програм забезпечують адекватну по-факторну та інтегровану оцінку ФТН для організацій-виконавців та ДБП в цілому за шкалою відносних одиниць від 0 до 115. Ця шкала відображає різні стани організації від оцінки за окремими факторами до оцінки за конкретними рівнями надійності організацій-виконавців (претендентів). Зокрема, від «незадовільного стану, ресурс для виходу на задовільний рівень втрачено, участь виконавця в проєкті відхилено» (означає вилучення організації зі списку виконавців) - до стану «рівень оцінки виконавця за даним фактором вищий, ніж середньогалузеві та нормативні вимоги», що підтверджує найвищий рівень довіри з боку замовника і

девелопера до відповідного виконавця ДБП. Серед завдань створеного комплексу програм пріоритетним завданням лишається його спрямування на ризик-ідентифікацію будівельного проєкту. Чим нижчий рівень ФТН проєкту, тим вища необхідна надійність результату, тим менша тривалість етапу працездатного стану системи і вища, відповідно, інтенсивність управлінського впливу на ДБП як об'єкт управління. Ідентифікований для проєкту стан ФТН після інтерпретації надасть можливість ОПР виявити, на подолання яких видів ризиків (виконавчий, інфраструктурний, логістичний тощо) слід зосередити зусилля адміністративного апарату та виконавців проєкту.

7. У форматі даного дослідження цільове оновлення (апгрейд) організаційних структур управління будівельним проєктом виступає як частина стратегії підвищення рівня функціонально-технологічної надійності проєкту в цілому. Розроблена на основі ВІМ-моделі карта адміністрування ДБП дає можливість відстежувати у розрізі організацій-виконавців етапи проведення відповідних будівельних робіт, що закріплені за даним підрядником, що є елементом формування інтегрованого показника надійності такого виконавця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. С.F. Flyvbjerg, B.A. Skaksen, J.L. Buhl "Factors influencing budget overruns and duration of construction projects" Journal of Construction Engineering and Project Management, 2002, pp.168-213. <https://www.tandfonline.com/journals/tjcm20>
2. Чернишев Д. О. Модернізація прикладних організаційно-технологічних моделей для функціонально-управлінського супровіду будівельних проектів Сучасні проблеми архітектури та містобудування. Випуск 48. 2017 С. 295-304 http://repository.knuba.edu.ua/bitstream/987654321/5342/1/2017_48-295-304.pdf].
- 3 Пашинський В.А. Основи теорії надійності будівель і споруд : Конспект лекцій для студентів спеціальності "Промислове та цивільне будівництво" усіх форм навчання. Кіровоград: КНТУ, 2020. – 130 с.
- ⁴ Арутюнян І.А. Розробка моделей для керування організаційно-технічного розвитку виробництва. – автореферат лис. на здобуття наук. ступ. канд.. техн.. наук за спец. 05.13.22 – Управління проектами та розвиток виробництва. – Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпропетровськ, 2004.
- ⁵ ДБН В.1.2-6:2021 "Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість".
https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074797473579927547?doc_type=2
6. ДБН В.1.2-5:2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074778358307882794?doc_type=2
7. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення. https://dnaop.com/html/2273/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_2860-94
8. Трач Р.В. Когнітивні механізми управління будівельними проектами на основі ВІМ технологій. – Дис. докт. техн. наук за спец. 05.13.22 – Управління проектами та програмами. – Київський національний університет будівництва і архітектури, МОН, Київ, 2021.
9. Велика українська енциклопедія Надійність <https://vue.gov.ua/>
10. Жалдак Р.Ю. Інформаційно-аналітичний базис оцінювання надійності виконавців будівельних проектів. Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2024. – Вип. 85. – С. 211-223. DOI: 10.32347/2076-815X.2024.85.211-223. Режим доступу: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/2024/202485.pdf>
11. Вікіпедія/ Надійність <https://uk.wikipedia.org/>
12. Заєць Є.І. Фактори виникнення відмов у процесі будівництва. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2018, № 3. - С. 29-35.
13. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лашенко, В.А. Пашинський, А.В. Перельмутер, С.Ф. Пичугин; Под общей ред. А.В. Перельмутера. – М.: ИАСВ, 2006. – 482 с.
- ¹⁴. Пашинський В.А. Основи теорії надійності будівель і споруд.- Кропивницький: ЦНТУ, 2017. - 46 с.

https://pvakntu.pp.ua/Documents/TN/%D0%9C%D0%92%D0%A1%D0%A0_%D0%9D%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B7%D0%B0%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8.doc

15. Min-Lan Yang. Enhancement of scheduling reliability in building project using theory of constraint / Min-Lan Yang, Tsung-Chieh Tsai // Journal of the Operational Research Society of Japan. – 2008. – Vol. 51, no. 4.p. 284-298.

16. D. K. Ahuja, M. K. Mohd Said, A. K. Kumar Journal of Construction Engineering and Management (ASCE) Volume: 142(Issue 6) DOI: 10.1061/(ASCE)CO142-016-02832

17. Burlakov V. I., Porva V. V., Popov O. V. et al. Basics of Reliability of Aircraft and Power Engine Units. Course of Lectures. Kyiv : NAU, 2014. 120 p.

18. Васілевський О. М., Поджаренко В. О. Нормування показників надійності технічних засобів. Вінниця : Вінницький національний технічний університет, 2010. 129 с.

19. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд» затверджені наказом мінрегіону від 02.08.2018 р. № 198.

20. Ryzhakova, G., Malykhina, O., Pokolenko, V., Nesterenko, I., Honcharenko, T.(2022) Construction Project Management with Digital Twin Information System International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2022, 12(10), pp. 19–28

21. Bratcu A. I. Some new results on the analysis and simulation of bucket brigades (self-balancing production lines)/

A. I. Bratcu, A. Dolgui // International Journal of Production Research. – 2009. – Vol. 47, no. 2. – Pp. 369–387.

22. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительного производства (в условиях автоматизированных систем проектирования) / А. А. Гусаков. – Москва : Стройиздат, 1974. – 252 с

²³ Чернишев Д.О. Еволюційна траєкторія дефініції «організаційно-технологічна надійність» у застосуванні до будівельно-інвестиційних проектів / Д.О. Чернишев // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». – 2017. – № 11 (33). – С. 53-55.

²⁴ Проектний аналіз : Навчальний посібник / Воркут Т. А. Український центр духовної культури, 2000 440 с. <https://library.if.ua/book/134/9071.html>

25. Закорко П.П., Гриценко О.С., Запечна Ю.О., ГаоШаоцин. Модель оцінювання діяльності девелоперської компанії // Міжвідомчий наук.-тех. зб. «Будівельне виробництво».-Вип.61.- К.:БП НДІБП, 2016.- с. 37-40

26. Ehsan N., Alam M., Mirza E., Ishaque A. Risk management in construction industry. *Journal of Production and Performance Management*. 2010. 61(2). pp. 173-193.
27. Дзюбенко Л.І. Динамічно-цільовий підхід до формування інвестиційного портфелю девелоперського проекту: ризикологічні аспекти оцінки та діагностики / Л.І. Дзюбенко // *Сталий розвиток економіки: Міжнародний науково-виробничий журнал*. — Хмельницький, 2015. — № 1 [26]. — С. 154-161
28. Варфоломєєва К. О. Сутність і значення інформаційного потенціалу контролінгу в системі управління підприємством / К. О. Варфоломєєва // *Вісник ЖДТУ*. — 2010. — № 3 (53).
29. Жалдак Р.Ю. Забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців девелоперського проекту на передінвестиційно-підготовчій фазі його життєвого циклу. Програма та тези доп. ІХ міжнар. наук.-практ. конф. «Нові технології в будівництві». – Київ, 2022. – К.: НДІБВ. – С.41-43.
30. Біляєв С. С. Проектний підхід у підприємстві: сутність і специфічні ознаки / С. С. Біляєв // *Держава та регіони. Серія : Економіка та підприємництво*. – 2016. – № 3. – С. 30-34.
- ³¹ Т. Є. Кіщенко Л. В. Гусарова Н. В. Боліла, Девелопмент - методологія втілення проектів інвестування будівництва http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2018/51.pdf
32. L.D. Love, G.D. Love, D.J. Edwards "Influence of uncertainty factors on budget overruns and duration of construction projects" *International Journal of Project Management*, 2022. <https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-project-management>
33. Статті Державного бюджету України на 2023 рік щодо будівництва. URL: <https://construction-market.korfor.com.ua/derzhavnyi-biudzhet-ukrainy-shchodo-budivnytstva>
34. Construction & engineering industry predictions 2023. <https://altersystems.com.ua/prognoz-rozvitku-galuzi-budivnictva-u-2023-roci/>
35. Медяник О.І. Інноваційний аналітичний інструмент оцінки конкурентоспроможності будівельних підрядних організацій [Текст] / О.І. Медяник // *Економічний вісник університету: зб. наук. праць учених та аспірантів*. – Вип. 2(21). – Переяслав-Хмельницький, 2013. – С. 105 – 113
- ³⁶ Жалдак Р. Виявлення та коригування рівня функціонально-технологічної надійності організацій-виконавців будівельних проектів. Маркетингові стратегії, підприємництво: сучасний стан, напрямки розвитку: Матеріали V Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.: тези доповідей. Київ: 2024. С.174-176
37. Поколенко В.О., Рижаківа Г.М. Запровадження інструментарію вибору альтернатив реалізації будівельних проектів за функціонально-технічною

надійністю організацій-виконавців / Управління розвитком складних систем (19 – 2014).-с.108-114

³⁸ Кравчук І., Пильгун Л., Савва М. Моніторинг і оцінювання соціального впливу проекту Практичний посібник для виконавців проектів Надзвичайної кредитної програми з відновлення України/ Упорядник - Лариса Пильгун. Міжнародний фонд «Відродження», проект «Експертна підтримка Надзвичайної кредитної програми Європейського інвестиційного банку для відновлення України: розробка планів соціального менеджменту і залучення зацікавлених сторін», здійснений за фінансової підтримки Європейського Союзу (Грантова угода ENPI #2015/362-383).

https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/912/91114/files/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_2016_ukr_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf

39. Руководство по мониторингу и оценке (МиО) проектов/программ. – Женева: Международная федерация обществ Красного Креста и Красного Полумесяца. 2011. – Режим доступа: <http://www.ifrc.org/Global/Publications/monitoring/ME-guide-in-Russian.pdf>

40. Оточення проекту та його учасники <https://sgv.in.ua/off-lifaq/22-otochennya-proektu-ta-jogo-uchasniki>

41. Старченко Г. В. Управління проектами: теорія та практика : навч. посіб. / Г. В. Старченко. – Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2018. – 306 с.

⁴² Ноздріна Л. В., Ящук В. І., Полотай О. І. Управління проектами: Підручник / За заг. ред. Л. В. Ноздріної. — К.:

Центр учбової літератури, 2010. — 432 с.

⁴³ Управління проектами. Навчальний посібник для студентів за спеціальністю: 073 «Менеджмент». Укладачі: Мостенська Тетяна Леонідівна Лобунець Тетяна Валеріївна КИЇВ – 2017. 128 с.

44. Кривов'язюк І. В. Місце контролінгу і моніторингу в процесах прийняття та реалізації інвестиційних рішень на підприємстві [Електронний ресурс] / І. В. Кривов'язюк, Л. В. Кривов'язюк, О. І. Кривов'язюк // Економічні науки. – 2013.

45. Чернишев Д.О. Еволюційна траєкторія дефініції «організаційно-технологічна надійність» у застосуванні до будівельно-інвестиційних проектів International Scientific Journal “Internauka” <http://www.inter-nauka.com/>

46. Антипенко Е. Ю. Принципы анализа капитальных вложений / Е.Ю. Антипенко, В.И. Доненко. - Запорожье: Фазан; Дикое Поле, 2005. - 420 с

47. Кузнецов С. М. Организационно-технологическая надежность строительных процессов / С. М. Кузнецов, О. А. Легостаева, О. Ю. Михальченко и др. // Изд. вузов. Строительство. - 2008. - № 6. - С. 57–65.
48. Gann, D.M., 2000. Building Innovation: Complex Constructs in a Changing World. Thomas Telford Publications, London
49. Ічетовкін, А. (2021). Передумови застосування інтегрованого підходу будівельними процесами ГРААЛБ НАУКИ, 619-621
50. Miozzo, M., Dewick, P., 2002, Building competitive advantage: innovation and corporate governance in European construction, Research Policy, 31(6), 989-1008.
51. Прокопьев О. А. Сравнительный анализ организационных форм систем мониторинга реализации проектов / О. А. Прокопьев. // Вестник экономики, права и социологии. – 2012. – №2. – С. 68–72
52. Мартиш, О.О., Мартиш, О.П., Павлов, Ф.І., Ринкевич, Н.С., & Михайлова, І.О. (2017). Підвищення організаційно-технологічної надійності календарних планів будівництва. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика, 12, 51-6
53. Павлов І. Д., Полтавець М. О., Павлов Ф. І. Системологічне управління виробничими системами в будівництві. Наукові вісті Далівського університету. - 2018. - № 14. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvdu_2018_14_12
54. Сетевые графики в планировании / И. М. Разумов, Л. Д. Белова, М. И. Ипатов, А.В.Проскуряков.–Москва : Высш. шк., 1981.–168 с
55. Абдуллаев Г.И. Повышение ОТН строительства линейно-протяженных сооружений методом прогнозирования отказов / Г. И. Абдуллаев, В. З. Величко, Т. Н. Солдатенко // Инженерно-строительный журнал.–2013.–№3(38).–С.43-50.
56. Połoński M. Rozkład czasotrwanian czynności a termin zakończenia przedsięwzięcia z niewzględnieniem elementów analizy ryzyka/ Mieczysław Połoński // Acta Scientiarum Polonorum. Architectura.–2005.–Vol.4, No2.–S. 95-106.
57. Томаев Б. М. Надежность строительного потока / Б. М. Томаев.–Москва : Стройиздат, 1983.–128 с
58. Пеньковцева Л. И. Повышение надежности строительных потоков на основе эффективного использования трудовых процессов : автореф. дис. на соискание степени канд. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / Л.И.Пеньковцева.–Казань, 2018.–20 с
59. Иванов И. В. Метод выбора рационального комплекта машин для строительства линейно-протяженных объектов: автореф. дис. на соискание степени канд. техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / И. В. Иванов.–Днепропетровск, 1987.–19 с

60. Голенко Д. И. Статистические методы селевого планирования и управления / Д. И. Голенко. – Москва: Наука, 1968. – 400 с
61. Венцель Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Венцель. – Изд. 4-е, стереотип. – Москва : Наука, 1969. – 576 с.
62. Engineering manual of automatic control for commercial buildings : SI edition. – USA : Honeywell, 1997. – 502 p.
63. Сайков, Д. В. Дослідження концепції розвитку висотного будівництва в Україні з використанням інноваційних технологічних рішень [Текст] : автореферат роботи на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра: 8.06010101 / Д. В. Сайков ; Запорізька держ. інженерна акад. – Запоріжжя, 2017. – 22 с
64. Радкевич, А. В. Моделі оптимізації організаційних процесів будівельного виробництва підрядних підприємств України [Текст] / А. В. Радкевич, І. А. Арутюнян, Д. В. Сайков // Управління розвитком складних систем. – Київ, 2018. – № 33. – С. 124-130.
65. Bayar T. Better renewables risk management solution emerge / Bayar T. // RenewableEnergyWorld. – 2012. – March
66. Скворцов І.Б., Загорецька О.Я. Формування стратегічної конкурентоспроможності і антикризового потенціалу будівельного підприємства на базі сталого розвитку. Будівельне виробництво. 2019. №68, С.117-121.
67. Млодецький В.Р. Обґрунтування раціонального рівня ОТН у будівельних проектах/ Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2015, №9(210).- с. 46-53
68. Андрейчіков О.О., Гуца О.М., Українець О.Г. Використання сучасних інформаційних технологій в процесі розробки регламентів довільної складності. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст» ХНУМГ імені О.М. Бекетова. 2013. № 110. С.259-265
- ⁶⁹ Латишева, О.В. Бізнес-процеси суб'єктів господарювання: планування, моделювання, аналіз та контроль : монографія / О. В. Латишева, Є. О. Підгора, С. В. Касьянюк, Т. П. Гітіс. – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 234 с.
70. Ковшова І.О. Оптимізація бізнес-процесів як засіб підвищення ефективності діяльності промислових підприємств. «Економіка. Менеджмент. Бізнес.» 2016. № 1. С. 53-62
71. Рижиков В.С., Латишева О.В., Яковенко М.М., Дегтярьова Ю.В. Проектний аналіз: навчальний посібник для студентів ВНЗ. Краматорськ: ДДМА, 2007. Київ: ЦУЛ. 228 с.
72. Лапишева О.В. Використання інструментарію проектного аналізу та моделювання бізнес-процесів для управління проектами на підприємствах/

Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. Том 30 (69). №3, 2019 с.185-191

73. Bratcu A. I. Some new results on the analysis and simulation of bucket brigades (self balancing production lines)// International Journal of Production Research/ – 2009/ – Vol. 47, № 2. – P. 369–387.

74. Мартиш О. Методи підвищення організаційно-технологічної надійності розробки і реалізації календарних планів у будівництві – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 432 с.

75. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), Sixth Edition. — Project Management Institute, 2017. — 380 p.

76. Предун К.М., Шевчук О.М. Функціонально-технологічний інструментарій подолання деструктивних відхилень при реалізації проектів будівництва. Програма та тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції “економіко-управлінські та інформаційно-аналітичні новації в будівництві” київ – 23-24 ТРАВНЯ 2019 р. С.65-68.

77. Крижановський В.І. Коригування вартості активів підприємства як стейхколдера будівництва у форматі «управління за відхиленнями» [Текст] / В.І. Крижановський // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: зб. наук. праць. – Вип. 34. Ч.2 – К.: КНУБА, 2015. – С. 124 – 137.

78. Данченко Е. Б. Концептуальна модель інтегрованого управління отклонениями в проекте / Е. Б. Данченко // Управління проектами у розвитку суспільства : тези доп. VIII міжнар. конф., 19-20 трав. 2011 р. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т будівн. та архіт. – К. : КНУБА, 2011. – С. 68– 70.

79. Рогов М.А. Риск-менеджмент / М. А. Рогов. – М.: Финансы и статистика, 2001

80. Теренчук С.А. Моделі і методи оцінки ризиків в інвестиційних будівельних проектах в умовах невизначеності [Електронний ресурс] / С. А. Теренчук, Б. М. Єременко, Д. Б. Журибеда // Теорія і практика будівництва. - 2009. - № 5. - С. 49-53. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipb_2009_5_12

⁸¹ Крижановський, В. І. Побудова структурно-логічної моделі попередження кризових явищ в мікросередовищі будівельного проекту на ґрунті віртуально-стохастичної оцінки. Ефективна економіка № 10, 2017 <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5822>

82. Данченко О. Б. Термінологічні основи управління відхиленнями в проектах / О. Б. Данченко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. - 2015. - № 2. - С. 89-96.

83. Chesbrough H., Rosenbloom R. The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin off companies / Henry Chesbrough, Richard S Rosenbloom // *Industrial and Corporate Change*. – 2002. – № 11 (3). – P. 529–555

⁸⁴ Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Теорія автоматичного управління технологічними процесами» для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / уклад. В. С. Білецький. – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – 77 с.

85. Принцип регулювання за відхиленням <https://uk.wikipedia.org/wiki>

86. Чумаченко М. Г. Економічний аналіз. Навчальний посібник.-Київ – КНЕУ - 2003

87. Управління за відхиленнями <https://studfile.net/preview/8902445/page:17/>

88. Information and Communication Technology Data and Statistics [Електронний ресурс]: World Bank Search – Режим доступу: http://search.worldbank.org/data?qterm=ICt&language=EN&_database_exact=WDI

89. Chesbrough H. Business model innovation: Opportunities and Barriers / Henry Chesbrough // *Long range planning*. – 2010. – № 43 (2). – P. 354–363.

90. Управлінський облік: підручник / Г. О. Партин, А. Г. Загородній, Т. І. Свідрик та ін. – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2013. – 278 с.

91. Карпенко О.В. Управлінський облік: навч. посіб. / О. В. Карпенко, Д.В. Карпенко. - К.: "Центр учбової літератури", 2012. - 296 с.

⁹² Хоменко Н.В., Карпенко О.В., Верига Ю.А. Товарні запаси: проблеми обліку, контролю та звітності: Монографія. – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2008. – 153 с.

http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/367/1/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%92%20%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84_%D1%8F%20248_400..pdf

93. Фінансове планування на підприємстві в сучасних умовах / М. Д. Білик // *Фінанси України : Науково-теоретичний та інформаційно-практичний журнал*. - 04/2006. - n4. - С.133-141.

94. Фінансове планування на підприємстві в сучасних умовах / М. Д. Білик // *Фінанси України : Науково-теоретичний та інформаційно-практичний журнал*. - 04/2006. - n4. - С.133-141.

95. Greiner L. E. Evolution and Revolution as Organizations Grow / L. E. Greiner // *Harvard Business Review*. –1972. – Vol. 50. – №4. – P. 37-46.

⁹⁶ Фінанси / Контролінг для менеджерів - Маркіна І.А.

97. Дружинін А. В. Моделювання впливу ризиків на показники будівельної організації / А. В. Дружинін, Є. В. Корсун // Науковий вісник будівництва. - 2015. - № 2. - С. 288-292.
98. Верба В. А., Загородніх О. А. Проектний аналіз: Підручник. — К.: КНЕУ, 2000. — 322 с.
99. Павленко А.Ф., Чумаченко М.Г. Трансформація курсу „Економічний аналіз діяльності підприємства”: Наук доповідь. – К.: КНЕУ,2001.-88с.
100. Чумаченко Н.Г. Учет и анализ в промышленном производстве США.-М.: Финансы, 1971. -240с.
101. Танака Х. Повышениеотдачи от капиталовложений в строительство и управление проектами: опыт и перспективыЯпонии / ХирошиТанака // Управление проектами и программами, – 2006, – № 1 (05). – С. 24-40.
102. Osterwalder A., Pigneur Y., Clark T. Businessmodelgeneration: a handbookforvisionaries, gamechangers, andchallengers / AlexOsterwalder, YvesPigneur, TimClark. – Hoboken, NJ [etc.] : Wiley. – 2010. – 273 p.
103. Ганечко Й. М. Практичні аспекти побудови фінансової моделі інвестиційного проекту / Й. М. Ганечко // Економічний простір. – 2011. – №47. – С. 165-174.
104. Ковальчук Т.М. Оперативний аналіз у систему управління витратами за відхиленням <http://magazine.faaf.org.ua/operativniy-analiz-u-sistemi-upravlinnya-vitratami-za-vidhilennyami.html>
105. Лубенець В. Г. Основи управління будівельним виробництвом : навч. посіб. / В. Г. Лубенець. – К. : Вища школа, 1995. – 194 с
- ¹⁰⁶ Домбровська Н.Р.Особливості методики оцінки відхилень витрат виробництва в системі управління підприємством Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету Випуск № 43/2020 DOI: <https://doi.org/10.32841/2413-2675/2020-43-36>
107. Спіцина В.В., Сіренко Н.М. Механізми управління витратами сільськогосподарських підприємств в умовах економічної невизначеності. Молодий вчений. 2017. № 1(41). С. 705–709
108. Пинда Ю. Сучасний стан та особливості розвитку будівельного сектора у Причорноморському регіоні України [Текст] / Ю.Пинда // Причорноморські економічні студії : наук. журн. – Одеса: Причорноморський науково-дослідний інститут економіки і інновацій, 2016. – Вип. 9, ч.2. – С. 41-46.
109. Тугай О.А. Будівельно-інжинірингових фірми, як запорука розвитку будівництва в Україні. Програма та тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції “Ефективні технології в будівництві” Київ – 27-28 Березня 2019 С.84

¹¹⁰ Тугай О.А., Скакун В.А. Трансформація змісту діяльності провідного виконавця будівельних проектів як передумова успішної адаптації будівництва до євроінтеграції. Містобудування та територіальне планування <http://repository.knuba.edu.ua/bitstream/987654321/9370/1/200830-423-432.pdf>

111. Інноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проектів./ С.А.Ушацький, В.О.Поколенко, О.А.Тугай, Г.В. Лагутін, Н.О. Борисова, О.С.Рубцова. Монографія./ За наук. ред. В.О. Поколенка./ - К.: Вид-во Європейського університету, 2008.-208с.

¹¹² Пономарьов о. с., Гринченко М. А., Лобач О. В. Надійність як характеристика проектної команди Innovative technologies and scientific solutions for industries. 2018. No. 4 (6). С.154-160

113. Бойет Дж. Г., Бойет Дж. Т. Путеводитель по царству мудрости: лучшие идеи мастеров управления / пер. с англ. 2-е изд. М. : ЗАО "Олимп-Бизнес", 2004. 416 с.

114. Джимпел Р. М., Грэй Б. Л. *Методы управления проектами. Современное управление. Энциклопедический справочник.* В 2-х т. Т. 1. М. : Издатцентр, 1997. С. 1.64–1.68.

115. Пономарьов О. С. Поведінкові компетенції в управлінні проектами : навч.-метод. посібник. Харків : Вид-во "Підручник НТУ "ХП", 2016. 216 с.

116. Гринченко М. А., Пономарьов О. С., Лобач О. В. Лідерство як чинник формування проектної команди. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості.* 2018. № 1 (3). С. 13–21.

117. Каракоз И.И., Савичев П.И. Вопросы теории и практики оперативного учета. Москва: Финансы, 1972. 208с.

118. Пономарьов О. С., Заветний С. О., Пазиніч С. М., Фролова О. В. Основи етики управління : навч. посіб. / за заг. редакцією О. С. Пономарьова. Харків : ХНУ ім. В. Каразіна, 2009. 124 с.

119. Заїка С.О., Півень А.В. Оперативний аналіз виробничої діяльності підприємств АПК : навчальний посібник. Харків : Міськдрук, 2010. 113 с

120. Масленнікова К. С., Колеснікова К. В. Складники поведінкової компетенції учасника команди проекту на засадах компетентнісного підходу. *Управління розвитком складних систем.* 2013. № 14. С. 48–51.

121. OetlCh., GitteH. UnschlagbardurchgutesTeamwork. Praktischetippsfuer den Erfolg in der Gruppe. Bildung und Wissen. Verlag, 2003.

122. Конкурентоспроможність підприємства: навчальний посібник / І.А. Дмитрієв, І.М. Кирчата, О.М. Шершенюк– Х.: ФОП Бровін О.В., 2020. 340 с

123. Васильців Т. Г. Конкурентні переваги підприємства та обґрунтування стратегії їх забезпечення. Наук. вісн. Нац. лісотехн. ун-ту України : зб. наук.-тех. пр. Львів, 2013. Вип. 23.2. С. 248-252. 3. Должанський І. З., Загорна Т. О. Конкурентоспроможність підприємства : навч. посіб. К., 2006. 384 с
124. Цибульська Е. І. Конкурентоспроможність підприємства : навч. посіб. для студентів. Харків, 2018. 320 с.
125. Лупак Р. Л. , Васильців Т.Г. Конкурентоспроможність підприємства : навч. посіб. Львів, 2016. 484 с
126. Касич А. О. Управління конкурентними перевагами підприємства // Економічний аналіз: зб. наук. праць. Тернопіль, 2016. Том 25. № 2. С. 79-85.
- ¹²⁷ Баладцький М.В., Скакун Є.В. Сучасна організаційно-технологічна модель надійності об'єктів будівництва. Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 32. – С. 205 – 209
128. Гусаков А.А., Куликов Ю.А. Методические рекомендации по оценке и расчету организационно-технологической надежности возведения промышленных объектов и комплексов. – М.: ЦНИПИАСС. – 1973.
129. Сетевые графики в планировании / И.М.Разумов, Л.Д. Белова, М.И. Ипатов, А.В. Проскуряков. – М.: Высш. шк.,1981. – 168 с.
130. Скакун Є.В. Подолання невизначеності в девелоперських моделях організації будівництва [Текст] /Є.В. Скакун // Управління розвитком складних систем. – 2016. – № 25. – С. 192 – 197.
131. Стеценко С.П. Показники-індикатори економічної безпеки будівельних підприємств. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2014. Вип. 26 ч.2 С.141–145.
132. Баладцький М.В. Сучасна організаційно-технологічна модель надійності об'єктів будівництва [Текст] / М.В. Баладцький, Є.В. Скакун // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 32. – С. 205 – 209.
133. Ізмайлова К.В., Пархоменко В.В. Імітаційне моделювання фінансових показників інвестиційної діяльності підприємства. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 1997. Вип.2. С.73 – 75.
134. Гойко А.Ф., Юрковський Р.Ф. Оцінка конкурентоспроможності будівельних підприємств, зайнятих у пайовому будівництві. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2012. № 27. С. 29-37
135. British Standards Institution (2019) BS EN ISO 19650: Organisation and digitisation of information about buildings and civil engineering works, including

building information modelling – Information management using building information modelling, London: BSI

136. Барабаш М. Використання методів інтеграції для створення узагальненої інформаційної моделі будівельного об'єкта / М. Барабаш, К. Київська // Управління розвитком складних систем. – 2016. – № 25. – С. 114–120.

137. Білов Ю., Пастухова С. Використання BIM технологій у різних сферах будівництва. Матеріали науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (27–28 березня 2023 р. : збірник тез під редакцією Миколи Савицького, Владислава Данішевського, Анатолія Радкевича, Олександра Сидорова. Дніпро : ПДАБА, 2023. с.209-210 <https://pgasa.dp.ua/wp-content/uploads/2023/06/Zbirnyk-tez-Konferentsiyi-studentiv-aspirantiv-molodyh-vchenyh.pdf>

¹³⁸ Прав Ю.Г. Управління ризиками інвестиційно-будівельних проектів. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Державне управління. Том 31 (70) № 3 2020. С. 175-180 DOI <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-6468/2020.3/30>

139. Економічні реформи і інвестиційна політика / Волгін Н.А., Марголін А.М., Тумус Ф.С., Бусигін А.Є. та ін. Москва : РАГС, 1996. 210 с

140. PMBOK Guide <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/PMBOK>

141. Кавун В. А. Проектні ризики будівельних підприємств. Ефективна економіка № 9, 2017. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5775>

142. Кавун В.А. Проектні ризики будівельних підприємств. Ефективна економіка № 9, 2017 <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5775>

¹⁴³ Жалдак Р., Чернишев Д., Малихін М., Мірутенко О.В., Кіщак Н.Г., Барилюк А.О. Реалізація процедур верифікації стану надійності виконавців в складі моделей адміністрування проектами будівництва. Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2022. – Вип. 80. – С. 180-190. DOI: 10.32347/2076-815X.2022.80.180-190

144. Ост-Інвест ПАТ. Мікросередовище функціонування аграрних підприємств <http://www.ostinvest.dp.ua/mikroseredovishhe-funktsionuvannya-agrarnih-pidpriyemstv>

145. Балабанова Л. В. Маркетинг: підруч. / Л. В. Балабанова. 3-є Вид. 3-є, перероб. та доп. К.: КНЕУ, 2011. 543с.

146. Липчук В. В. Маркетинг: основи теорії і практики: навч. посіб. / В. В. Липчук, А. П. Дудяк, за заг. ред. В. В. Липчука. - Львів: Новий світ-2000, Магнолія плюс. - 2003.- 288 с.

147. Кудряченко А. Верифікація // Політична енциклопедія. Редкол.: Ю. Левенець (голова), Ю. Шаповал (заст. голови) та ін. — К.: Парламентське видавництво, 2011. — с.91
148. Баришнікова, О. М. Методика проведення процедури верифікації корпоративної соціальної звітності Ефективна економіка № 8, 2016 <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5122>
149. Corno F. Design-time formal verification for smart environments: an exploratory perspective/ F. Corno, M. Sanaullah, J Ambient //Journal of Ambient Intelligence and HumanizedComputing. – 2014. – Vol. 5, Issue 4. – P. 581–599.
150. Hypermedia method sand techniques / E. Knutov, P. DeBra, M. Pechenizkiy // New Review of Hypermedia and Multimedia. – 2009. – Vol. 15, No. 1.– P. 5–38.
151. Balik M. Generic Ontology-based Model for Adaptive Web Environments /M. Balik, I. Jelinek // IEEE 16th International Conference of Computational Scienceand Engineering. – 2013. – P. 495–500.
152. Chatterjee, Samprit. Handbook of Regression Analysis [Text] / Samprit Chatterjee, Jeffrey S. Somonoff. Wiley, 2012. – 240 p.
- ¹⁵³ Шпаков А. В., Жалдак Р. Ю., Кушнір І. І. Інноваційно-прикладна основа структурно-функціональної регламентації операційної системи управління провідних стейкхолдерів будівельного проєкту. *Управління розвитком складних систем*. Київ. 2021. № 47. С. 151 – 161, dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2021.47.151-161. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2021_47_20
- ¹⁵⁴ Han-Xiong Li Three-dimensional Fuzzy Logic System for Modeling & Control – special applications of type-2 fuzzy system. *SMCS eNewsletter*. 2009. 27 https://www.ieeesmc.org/newsletters/back/2009_06/SMC-HX.html
- ¹⁵⁵ Kaliniewicz, Z., Szczyglak, P., Lipiński, A. *et al.* The use of a Mamdani-type fuzzy model for assessing the performance of a boom stabilization systems in a field sprayer. *Sci Rep* 13, 18591 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46087-y>
- ¹⁵⁶ Zhivitskaya E. N., Safronova T. A. Project Quality Assessment Based on Fuzzy Nodeling. *DIGITAL TRANSFORMATION*, 2019, No 2 (7), Pp.5-12.
- ¹⁵⁷ Лисенко В. П. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм : монографія Київ : НУБіП України, 2014. 332 с
- ¹⁵⁸ Сорокіна Л. В. Моделі і технології управління ринковою вартістю будівельних підприємств. К. : Лазурит-поліграф, 2011. 541 с.
- ¹⁵⁹ Shpakov, A. (2021). Assessment of the Influence of Adaptability Factors on the Effectiveness of Managing Changes in Enterprises by Fuzzy Logic. *Scientific Horizons*, 24(10), 72-82.
- ¹⁶⁰ Сорокіна Л.В. Роль актуальних пропорцій в управлінні безпечним розвитком підприємства. *Актуальні проблеми економіки*. – 2007. – № 1. – С. 82-90

- ¹⁶¹ Сорокіна Л. В. застосування інструментарію теорії нечітких множин для діагностики функціонування системи менеджменту будівельних підприємств //Наукові записки [Національного університету Острозька академія]. Сер.: Економіка. – 2010. – №. 14. – С. 471-480.
- ¹⁶² Novak Y., Matsapura O., Zapiachna Y., Kalashnikov, D., Dubinin, D.: Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 12(8), 108–115 (2022).
- ¹⁶³ Мацапура О. В. Аналіз сучасного стану ринку публічних закупівель у сфері будівництва на прикладі зовнішніх мереж теплопостачання. Будівельне виробництво, [S.I.], v. 1, n. 66, p. 41-48, nov. 2019.
- ¹⁶⁴ Hryhorovskiy, P. Ye., Menejlyuk, O. I., Khyzhniak, V. O., Stetsenko, S., & Ryzhakova, G. M. Multiple criteria models for proving investment and construction project efficiency. Organizational and technological model engineering in the construction industry: collective monograph – Lviv-Toruń Liha-Pres. SENSE.
- ¹⁶⁵ Pys'mennyu, O.M., Fedorenka, V.H., Ryzhakova, G.M. (2015). Modern tools and software products for quality assessment of construction management companies [Text]. Investment and innovation development in the context of economic security of the enterprise: col. monograph / ed. K.: IPK DSZU, 229-268.
- ¹⁶⁶ Prykhodko, D., Trach, R., Khomenko, O., Kulikov, O., Ryzhakova, G., Petrenko, H. (2023). Application of Fuzzy Logic and SNA Tools to Assessment of Communication Quality between Construction Project Participants; 15(7):5653. <https://doi.org/10.3390/su15075653>.
- ¹⁶⁷ Беленкова О., Цифра Т., Казьмін О. "Система визначення технічної прийнятності будівельної продукції–досвід Європи та Азії." *Управління розвитком складних систем* 56 (2023): 123-130.
- ¹⁶⁸ Савенко В.І. та ін. Менеджмент якості в будівництві та виробничі організаційні системи: монографія. Київ: ЦУЛ, 2018. 230 с.
- ¹⁶⁹ Tugai, O. A., Hryhorovskiy, P. Ye., Khyzhniak, V. O., Chernyshev, D. O. (2019). Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph. Lviv-Toruń: Liha-Pres
- ¹⁷⁰ Chupryna, Yu. A. (2011). Modern methods of quality management in construction. Management of development of complex systems, 7, 135–137.
- ¹⁷¹ Сорокіна Л.В. Моделі і технології управління ринковою вартістю будівельних підприємств: монографія. К., 2011. 541 с.
- ¹⁷² Ізмайлова К.В., Боліла Н.В. Моделі прогнозування втрати фінансової стійкості як складова системи економічної безпеки підрядних будівельних

підприємств. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2018. Вип. 38. С. 225-232.

¹⁷³ Васильєва Н.А., Боліла Н.В., Цифра Т.Ю. Прогнозування рівня санаційної спроможності будівельного підприємства. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2022. №49 (1). С. 157-163.

¹⁷⁴ Sorokina, L. V., Stetsenko, S. P., Goiko, A. F. and other (2017). Econometric tools for managing the financial security of a construction company: a monograph / for science. ed. Doctor of Economics, Prof. L. V. Sorokina. Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture. (in Ukrainian)

¹⁷⁵ Rosynskyi, A. . (2023). Fuzzy logic inference algorithms utilization in the economic potential growth management system of the real estate development company. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 2(50), 180–202.

¹⁷⁶ Беленкова О.Ю. Вдосконалення механізму управління конкурентним потенціалом девелопера засобами штучного інтелекту. Актуальні проблеми економіки. 2020. № 3. С. 107–122.

¹⁷⁷ Стеценко С. П. Ключові детермінанти формування антикризового потенціалу будівельних підприємств [Електрон.] / С. П. Стеценко, Н. В. Боліла // Актуальні проблеми економіки. 2019. № 7 (217). С. 23 – 45.

¹⁷⁸ Беленкова О.Ю. Стратегія та механізми забезпечення конкурентоспроможності будівельних підприємств на основі моделі сталого розвитку: монографія. Київ: Ліра-К, 2020. 512 с.

¹⁷⁹ Сорокіна Л.В. Діагностика й регулювання стрибків економічного розвитку підприємств. Актуальні проблеми економіки. – 2007. – № 2. – С. 93-100.

¹⁸⁰ Stetsenko, S. P., Belenkov, A. Yu., Antropov, Yu. V. Forecasting economic stability (on the example of small construction companies in Ukraine). *Ways to increase the efficiency of construction in the formation of market relations*, 2018. № 36 Part 2: 73–78.

¹⁸¹ Izmailova, K. V. (2005). *Financial analysis in construction*. Kyiv: Condor. (in Ukrainian)

¹⁸² Лівінський О.М. Економіка будівництва: навч. посібник.. Київ: «Видавництво Людмила», 2019. 224 с.

¹⁸³ Економіка будівельного підприємства: навчальний посібник/С.П.Стеценко та інш. К.:Ліра-К, 2022. 508 С.

¹⁸⁴ Заїченко В. І. Конспект лекцій з курсу «Безпека праці в будівництві» (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060101 – «Будівництво», спеціалізація «Охорона праці в

будівництві») / В. І. Заіченко; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 98 с.

¹⁸⁵ Lysytsia, N. . (2023). Marketing strategy as a tool for ensuring the economic security of the enterprise. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 1(51), 99–109.

185. Унтілов А. О., Шмідгаль К. В. Особливості маркетингу в галузі будівництва *International scientific e-journal Логос. online* № 5 (January, 2020) DOI 10.11232/2663-4139.05.03

185. Селезньова О. О. Організаційно-економічний механізм управління ринковою діяльністю роздрібних торговельних підприємств: монографія / О. О. Селезньова, М. П. Сахацький, Г. М. Запша. Ё Одеса: КП ОМД, 2012. Ё 182 с

185. Бэґьюли Ф. Управление проектом / Ф. Бэґьюли. – М.: Р.м.Оffice, 2004. – 247 с

185. Грей К. Ф., Ларсон Э. У. Управление проектами: Практическое руководство / Пер. с англ. – М.: Издательство «Дело и Сервис», 2003. – 528 с.

185. Боссиди Л. Исполнение: Система достижения целей / Л. Боссиди, Р. Чаран; пер. с англ. – М.: АльпинаПублишерз, 2011. – 325 с.

186. Унтілов А. О., Шмідгаль К. В. Особливості маркетингу в галузі будівництва *International scientific e-journal Логос. online* № 5 (January, 2020) DOI 10.11232/2663-4139.05.03

187. Селезньова О. О. Організаційно-економічний механізм управління ринковою діяльністю роздрібних торговельних підприємств: монографія / О. О. Селезньова, М. П. Сахацький, Г. М. Запша. Ё Одеса: КП ОМД, 2012. Ё 182 с

188. Бэґьюли Ф. Управление проектом / Ф. Бэґьюли. – М.: Р.м.Оffice, 2004. – 247 с

189. Грей К. Ф., Ларсон Э. У. Управление проектами: Практическое руководство / Пер. с англ. – М.: Издательство «Дело и Сервис», 2003. – 528 с.

190. Боссиди Л. Исполнение: Система достижения целей / Л. Боссиди, Р. Чаран; пер. с англ. – М.: АльпинаПублишерз, 2011. – 325 с.

191. Беспалова А.В. Моделирование подсистем в автоматизованных системах управления строительством. Автореферат дис. наук. ступ. канд. техн наук за специальностью 05.13.06 – “Автоматизованные системы управления та прогрессивные информационные технологии”. Одеса: ОНПУ, 2002. 18 с.

192. Жалдак Р.Ю. Формування моделі оцінки функціонально-технологічної надійності виконавців будівельного проекту *Просторовий розвиток*. Науковий збірник. – К., КНУБА, 2024. – Вип. 7. - С. 273-285. DOI: 10.32347/2786-7269.2024.7. С. 273-285. Режим доступу: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2024/SD2407.pdf>

193. **Zhaldak R.**, Chernyshev D. Methodical components of formation of diagnostic-information subsystem of ensuring functional-technological reliability of

- executors of the construction project (Методичні компоненти формування діагностико-інформаційної підсистеми забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавників проекту будівництва) *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2022. – Вип. 79. – С. 164-172. DOI: 10.32347/2076-815x.2022.79.164-172. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2022_79_34
194. Державна служба статистики України. Економічна статистика / Економічна діяльність / Будівництво. https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/bud.htm
195. Про затвердження Правил визначення вартості будівництва <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0174241-00#Text>
196. Жалдак Р.Ю. Аналітико-прикладні інновації забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців девелоперських будівельних проектів. *Нові технології в будівництві*: наук.-техн. збірник. – К., НДІБВ, 2023, № 43. С.76-85. DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2023.43.10> Режим доступу: <http://ntinbuilding.ndibv.org.ua/v43-2023>
197. Chernyshev D., Prykhodko O., **Zhaldak R.** [Functional-technological subsystems of digital transformations of business processes and organizational structures of construction enterprises](#) (Функціонально-технологічні підсистеми цифрових трансформацій бізнес-процесів та оргструктур будівельних підприємств). *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2021. – Вип. 78. – С. 508-519. DOI: 10.32347/2076-815x.2021.78.508-519. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2021_78_46.
198. Орленко І. М., **Жалдак Р. Ю.**, Приходько О. О., Шпаков А. В. Модифікація методично-прикладного інструментарію діагностики фінансового стану будівельного підприємства в контексті санаційного менеджменту. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 46. С. 100 – 107, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2021.46.100-107](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.46.100-107). Режим доступу: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-46/16.pdf>
199. Приходько Д. О., Жалдак Р. Ю., Дикий О. В. Процесно-структурні трансформації як пріоритетний вектор розвитку інноваційної платформи будівельного девелопмента. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 48. С. 114 – 124, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.114-124](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.114-124). Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2021_48_16
200. **Жалдак Р.Ю.**, Малихін М.О., Мірутенко О.В. Визначення загальносистемних детермінант динамічного розвитку будівельних підприємств у концепті венчурного інвестування. *Просторовий розвиток*. - 2022. - Вип. 2. - С. 181-192. DOI: 10.32347/2786-7269.2022.2.181-192.- Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spdev_2022_2_16
201. Дружинін М. А., **Жалдак Р. Ю.**, Ніколаєва М. Ю. Оновлення моделей організації будівництва в контексті їх адаптогенності до сучасних управлінських та цифрових технологій. *Управління розвитком складних*

- систем. Київ, 2022. № 52. С. 73 – 83, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2022.52.73-83. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2022_52_12
202. Хоменко О. М., Приходько О. О., Дружинін М. А., Жалдак Р. Ю. Сучасна технологія моделювання організаційної підготовки та девелоперського супроводу проєктів будівництва. *Просторовий розвиток*: науковий збірник. – К., КНУБА, 2023. – Вип. 3. – С. 162-172. DOI: 10.32347/2786-7269.2023.3.162-172. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spdev_2023_3_16.
203. Антипенко Є. Ю., Жалдак Р. Ю., Дружинін М. А. Модернізація методологічних підходів до організаційнотехнологічного та економіко-управлінського супроводу девелоперських проєктів. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. № 56. С. 116 – 122, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2023.56.116-122
204. Zhaldak R., Akselrod R., Prykhodko D. (2021) Development and adaptation of an integrated software product for the implementation of development projects based on a combined approach *International independent scientific journal*, №34 (2), p.15-19. ISSN 3547-2340 (Kraków, Rzeczpospolita Polska). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7061509> Режим доступу: https://www.iis-journal.com/wp-content/uploads/2024/03/IISJ_34_2.pdf
205. Zhaldak R., Nikolaeva M. (2022) Improvement of the toolkit for choosing alternatives for the implementation of construction projects based on the functional and technical reliability of implementing organizations. *Středoevropský věstník pro vědu a výzkum* № 9. ISSN: 2336-3630 (online), Praha, Чеська Республіка. Режим доступу: <https://journals.indexcopernicus.com/search/journal/issue?issueId=323161&journalId=20855>
206. O. Khomenko, M. Druzhynin, O. Prykhodko, R. Zhaldak (2022). [Organization and management of digital transformation of business structures in construction development](#). *News of Science and Education*, № 1(9). ISSN: 2312-2773 (online). UK: Sheffield. Режим доступу: <https://journals.indexcopernicus.com/search/journal/issue?issueId=323990&journalId=3231>
207. Zhaldak R. Conceptual bases on the essence of the definition of organizational and technological reliability of contractors in application to modern concepts of implementation of construction projects. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. (USA, Boston, 14-16 January). CPN Publishing Group. Boston, USA. 2021. Pp. 251-254.
208. Zhaldak R. Methodical approaches to the formation of predictors of organizational and technological reliability of investment construction projects. «Conduct of modern science»: XI international scient. and pract. conf: materials of the conf. – Sheffield: Science and education LTD, 2021. – Vol. 3. – P. 29-31.
209. Жалдак Р. Ю. Специфіка формування господарського портфеля підприємствами-стейкхолдерами будівельно-інвестиційних проєктів в сучасній системі будівельного девелопменту. Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України : зб. матер. IV Всеукр. круглого столу

з міжнар. участю, 17 листопада 2021 р. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – Київ : КОМПРИНТ, 2022. – С. 96 – 100. – (До 75-річчя з дня створення ООН з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО)).

210. Жалдак Р.Ю. Спрямування вимог девелопменту та BIM-технологій на модернізацію структур адміністрування будівельним проектом. Міжнародний науково-технічний форум «Архітектура, Дизайн та Будівництво: Інноваційні технології»: програма та тези доповідей. Київ, ДП НДІБВ, 2021. С.72.

211. Жалдак Р.Ю. Формування інформаційно-прикладної основи оцінки надійності виконавця будівельних проектів: інтелектуально-цифрові компоненти та аналітико-параметричний базис. Матеріали V міжнар. конф. «Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України», Київ, КНУБА, 2022. С.10.

212. Жалдак Р.Ю. Формування дієвої системи індикаторів забезпечення надійності виконавців на ґрунті сполучення засад «управління за відхиленнями» теорії відмов та BIM-технологій. Програма круглого столу "Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України". Київ: КНУБА, 2023. С. 21.

213. Zhaldak R., Prykhodko O. Innovative scientific-analytical and practical developments to improve the functional and technological reliability of construction project executors. The 9th International scientific and practical conference "Global science: prospects and innovations". Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom. 2024. P. 115-118.

214. Жалдак Р. Ю. Зміна конфігурації та технології адміністрування підприємством – девелопером в контексті науково-прикладних засад верифікації функціонально-технологічної надійності виконавців проектів будівництва. Програма та тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції «Енергоощадні машини і технології», Київ, КНУБА, 2024. С. 34.

Додаток А

	Терм	немає	1-2	3-4	5-6	7-8	Більше 8
Експерт 1	Достатній	0	0	1	1	1	1
	Недостатній	1	1	0	0	0	0
Експерт 2	Достатній	0	0	1	1	1	1
	Недостатній	1	1	0	0	0	0
Експерт 3	Достатній	0	0	0	0	1	1
	Недостатній	1	1	1	1	0	0
Експерт 4	Достатній	0	0	0	1	1	1
	Недостатній	1	1	1	0	0	0
Експерт 5	Достатній	0	1	1	1	1	1
	Недостатній	1	0	0	0	0	0
Експерт 6	Достатній	0	1	1	1	1	1
	Недостатній	1	0	0	0	0	0
Експерт 7	Достатній	0	0	0	0	1	1
	Недостатній	1	1	1	1	0	0
Експерт 8	Достатній	0	0	0	1	1	1
	Недостатній	1	1	1	0	0	0
Експерт 9	Достатній	0	0	0	0	1	1
	Недостатній	1	1	1	1	0	0
Експерт 10	Достатній	0	0	0	1	1	1
	Недостатній	1	1	1	0	0	0
Експерт 11	Достатній	0	1	1	1	1	1
	Недостатній	1	0	0	0	0	0
Експерт 12	Достатній	0	0	0	0	1	1
	Недостатній	1	1	1	1	0	0
Експерт 13	Достатній	0	1	0	1	1	1
	Недостатній	1	0	1	0	0	0
Експерт 14	Достатній	0	0	1	1	1	1
	Недостатній	1	1	0	0	0	0

Експерт 15	Достатній	0	0	0	0	1	1
	Недостатній	1	1	1	1	0	0
Експерт 16	Достатній	0	1	0	1	1	1
	Недостатній	1	0	1	0	0	0
Експерт 17	Достатній	0	0	1	1	1	1
	Недостатній	1	1	0	0	0	0
Експерт 18	Достатній	0	1	1	1	1	1
	Недостатній	1	0	0	0	0	0
Експерт 19	Достатній	0	1	1	1	1	1
	Недостатній	1	0	0	0	0	0
Експерт 20	Достатній	0	0	1	1	1	1
	Недостатній	1	1	0	0	0	0

Узагальнення думок експертів (фрагмент)

	Достатній	0	7	10	15	20	20
	Недостатній	20	13	10	5	0	0

Визначення функцій належності для терму

	Достатній	0	0.35	0.5	0.75	1	1
	Недостатній	1	0.65	0.5	0.25	0	0

Другий параметр (якість - негативний досвід або відгуки, %)

	Терм	0-10	10-20	20-30	30-40	41-50	Більше 50
Експерт 1	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	0	1	1	0	0
	Високий	1	1	0	0	0	0
Експерт 2	Низький	0	0	0	1	1	1
	Середній	0	0	1	0	0	0
	Високий	1	1	0	0	0	0
Експерт 3	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	1	1	0	0	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
	Низький	0	0	0	0	1	1

Експерт 4	Середній	0	1	1	1	0	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
Експерт 5	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	1	1	1	0	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
Експерт 6	Низький	0	0	0	0	0	1
	Середній	0	1	1	1	1	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
Експерт 7	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	1	1	1	0	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
Експерт 8	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	0	1	1	0	0
	Високий	1	1	0	0	0	0
Експерт 9	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	0	1	1	0	0
	Високий	1	1	0	0	0	0
Експерт 10	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	0	1	1	0	0
	Високий	1	1	0	0	0	0
Експерт 11	Низький	0	0	0	0	0	1
	Середній	0	0	1	1	1	0
	Високий	1	1	0	0	0	0
Експерт 12	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	1	1	1	0	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
Експерт 13	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	1	1	1	0	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
Експерт 14	Низький	0	0	0	0	0	1
	Середній	0	1	1	1	1	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
Експерт 15	Низький	0	0	0	1	1	1
	Середній	0	1	1	0	0	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
Експерт 16	Низький	0	0	0	1	1	1
	Середній	0	0	1	0	0	0
	Високий	1	1	0	0	0	0
Експерт 17	Низький	0	0	0	0	1	1
	Середній	0	0	1	1	0	0
	Високий	1	1	0	0	0	0

Експерт 18	Низький	0	0	0	0	0	1
	Середній	0	0	1	1	1	0
	Високий	1	1	0	0	0	0
Експерт 19	Низький	0	0	0	1	1	1
	Середній	0	1	1	0	0	0
	Високий	1	0	0	0	0	0
Експерт 20	Низький	0	0	0	1	1	1
	Середній	0	0	1	0	0	0
	Високий	1	1	0	0	0	0

Узагальнення думок експертів (фрагмент)

	Низький	0	0	0	5	16	20
	Середній	0	10	20	14	4	0
	Високий	20	10	0	0	0	0

Визначення функцій належності для терму

	Низький	0	0	0	0.25	0.8	1
	Середній	0	0.5	1	0.7	0.2	0
	Високий	1	0.5	0	0	0	0

Третій параметр (коефіцієнт покриття)

	Терм	0-0.6	0.61-0.8	0.81-1.0	1.01-1.2	1.21-1.6	1.61-2.0	2.01-2.5	Більше 2,5
Експерт 1	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 2	Нестабільний	1	1	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	1	1	1	1	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1
Експерт 3	Нестабільний	1	0	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	1	1	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 4	Нестабільний	1	1	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	1	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 5	Нестабільний	1	1	1	1	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	0	1	1	0	0

	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1
Експерт 6	Нестабільний	1	1	1	1	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	0	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 7	Нестабільний	1	0	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	1	1	0	0	0	0	
	Високий	0	0	0	1	1	1	1	1
Експерт 8	Нестабільний	1	1	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	1	1	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	1	1	1	1
Експерт 9	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	0	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	1	1	1	1	1
Експерт 10	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 11	Нестабільний	1	1	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	1	1	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	1	1	1	1
Експерт 12	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 13	Нестабільний	1	1	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	1	1	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 14	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 15	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 16	Нестабільний	1	0	0	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	1	1	0	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	1	1	1	1	1

Експерт 17	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 18	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 19	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 20	Нестабільний	1	1	1	0	0	0	0	0
	Стабільний	0	0	0	1	1	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1

Узагальнення думок експертів (фрагмент)

	Нестабільний	20	17	12	2	0	0	0	0
	Стабільний	0	3	8	15	15	2	0	0
	Високий	0	0	0	3	5	18	20	20

Визначення функцій належності для терму

	Нестабільний	1	0.85	0.6	0.1	0	0	0	0
	Стабільний	0	0.15	0.4	0.75	0.75	0.1	0	0
	Високий	0	0	0	0.15	0.25	0.9	1	1

Четвертий параметр охорона праці

	Терм	0	0-1	1-2	2-3	3-4	Більше 4
Експерт 1	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 2	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 3	Високий	0	0	0	0	1	1
	Низький	1	1	1	1	0	0
Експерт 4	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	1	1

Експерт 5	Низький	1	1	1	1	0	0
Експерт 6	Високий	0	0	0	1	1	1
	Низький	1	1	1	0	0	0
Експерт 7	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 8	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 9	Високий	0	0	0	1	1	1
	Низький	1	1	1	0	0	0
Експерт 10	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 11	Високий	0	0	0	1	1	1
	Низький	1	1	1	0	0	0
Експерт 12	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 13	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 14	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 15	Високий	0	0	0	0	1	1
	Низький	1	1	1	1	0	0
Експерт 16	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 17	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 18	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 19	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0
Експерт 20	Високий	0	0	1	1	1	1
	Низький	1	1	0	0	0	0

Узагальнення думок експертів (фрагмент)

	Високий	0	0	14	17	20	20
	Низький	20	20	6	3	0	0

Визначення функцій належності для терму

	Високий	0	0	0.7	0.85	1	1
	Низький	1	1	0.3	0.15	0	0

П'ятий параметр (стаж роботи)

	Терм	0-1	1.1-2	2.1-3.0	3.1-4	4.1-5	5.1-6	6.1-7	7.1-8	8.1-9	9.1-10	Більше 10
Експерт 1	Недостатній	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Експерт 2	Недостатній	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Експерт 3	Недостатній	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Експерт 4	Недостатній	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Експерт 5	Недостатній	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Експерт 6	Недостатній	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Експерт 7	Недостатній	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Експерт 8	Недостатній	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

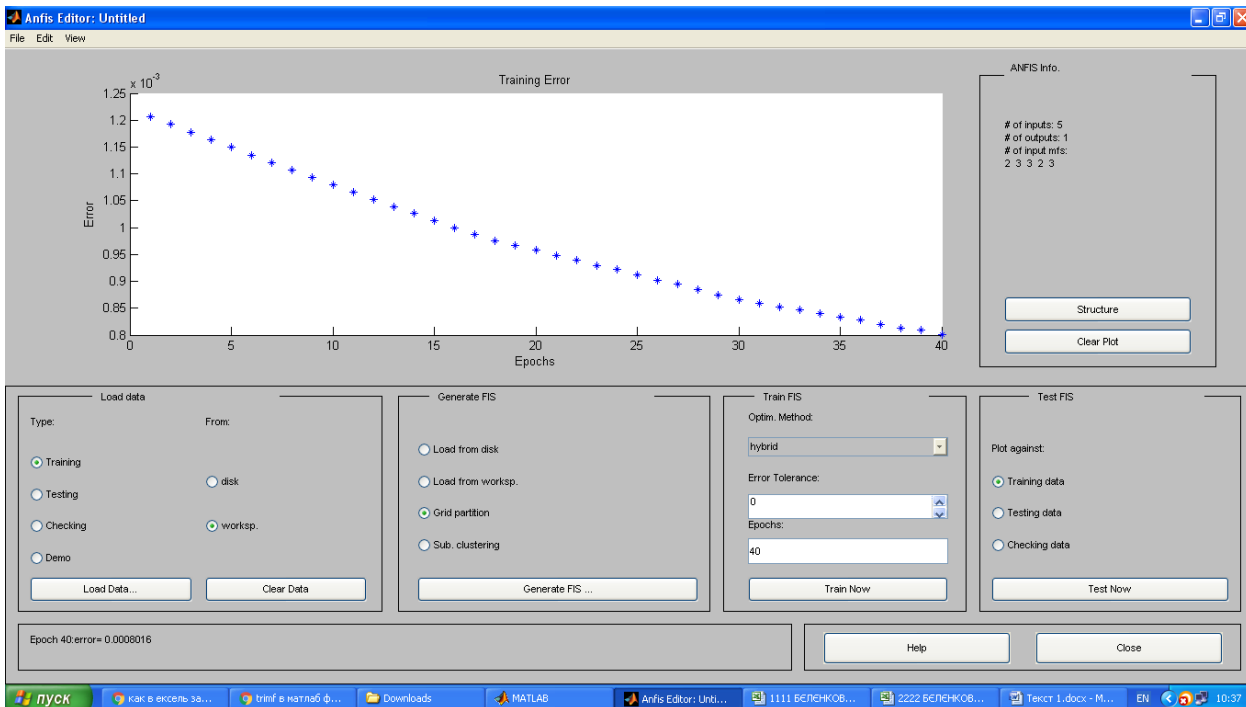
	Достатній	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Експерт 18	Недостатній	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Експерт 19	Недостатній	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Експерт 20	Недостатній	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	
	Високий	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1

Узагальнення думок експертів (фрагмент)

	Недостатній	20	18	12	1	0	0	0	0	0	0	0
	Достатній	0	2	8	18	19	10	3	3	2	0	0
	Високий	0	0	0	1	1	10	17	17	18	20	20

Визначення функцій належності для терму

Недостатній	1	0.9	0.6	0.05	0	0	0	0	0	0	0
Достатній	0	0.1	0.4	0.9	0.95	0.5	0.15	$\frac{0.1}{5}$	0.1	0	0
Високий	0	0	0	0.05	0.05	0.5	0.85	$\frac{0.8}{5}$	0.9	1	1



The screenshot shows the Rule Editor window with the following components:

- Rule List:** A scrollable list of 19 fuzzy rules. Each rule is a logical statement combining five input membership functions (in1mf1 to in5mf3) with "and" operators, leading to a specific output membership function (out1mf1 to out1mf9) with a "(1)" label.
- Graphical Rule Editor:**
 - Conditions:** Five dropdown menus for "input1 is", "input2 is", "input3 is", "input4 is", and "input5 is". Each dropdown contains three options: "in1mf1", "in2mf2", and "none".
 - Connectors:** "and" connectors are placed between the condition dropdowns.
 - Weight:** A text box containing the value "1".
 - Buttons:** "Delete rule", "Add rule", "Change rule", and navigation arrows ("<<", ">>").
- Status Bar:** Shows "FIS Name: Untitled".
- Windows Taskbar:** Shows the Windows taskbar with applications like "MATLAB" and "Rule Editor: ...".

Membership Function Editor: Untitled

Display Range: [0 8] | Range: [0 8] | Type: input | Name: input2

Current Membership Function (click on MF to select): Name: in2mf1 | Type: gaussmf | Params: [10.8 0.007129]

Buttons: Help, Close

Membership Function Editor: Untitled

FIS Variables: input1, input2, input3, input4, input5, output f(x)

Current Variable: Name: input2, Type: input, Range: [0 50.8], Display Range: [0 50.8], Selected variable: "input2"

Current Membership Function (click on MF to select): Name: in2mf1, Type: gaussmf, Params: [10.8 0.007129]

Buttons: Help, Close

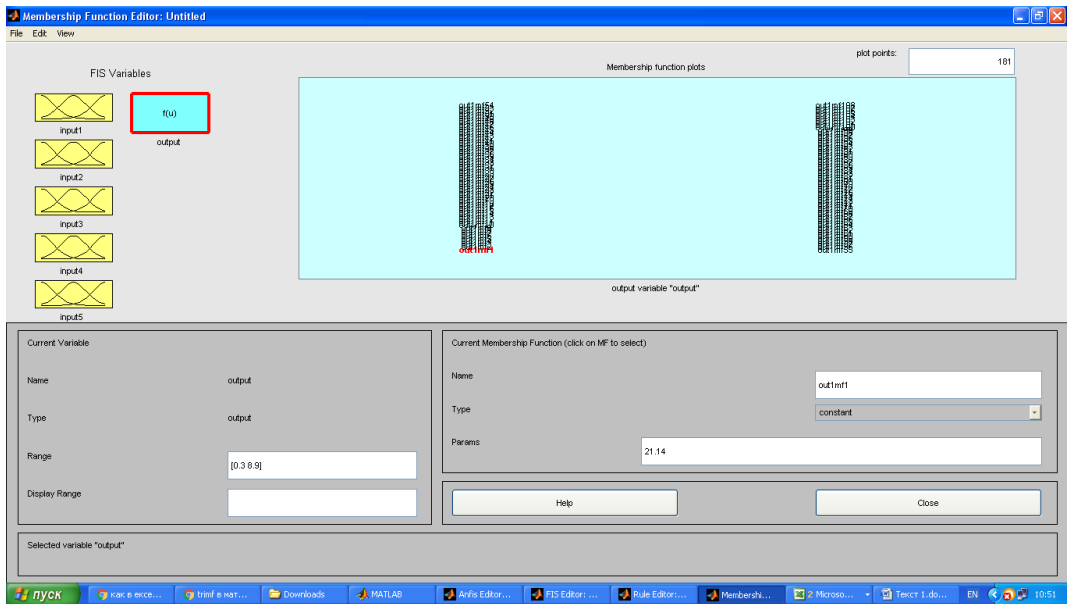
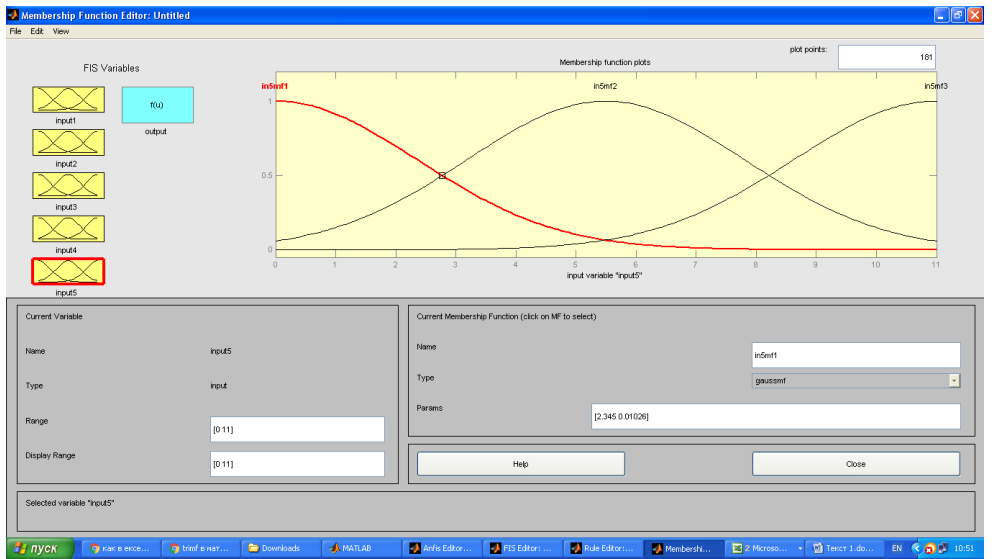
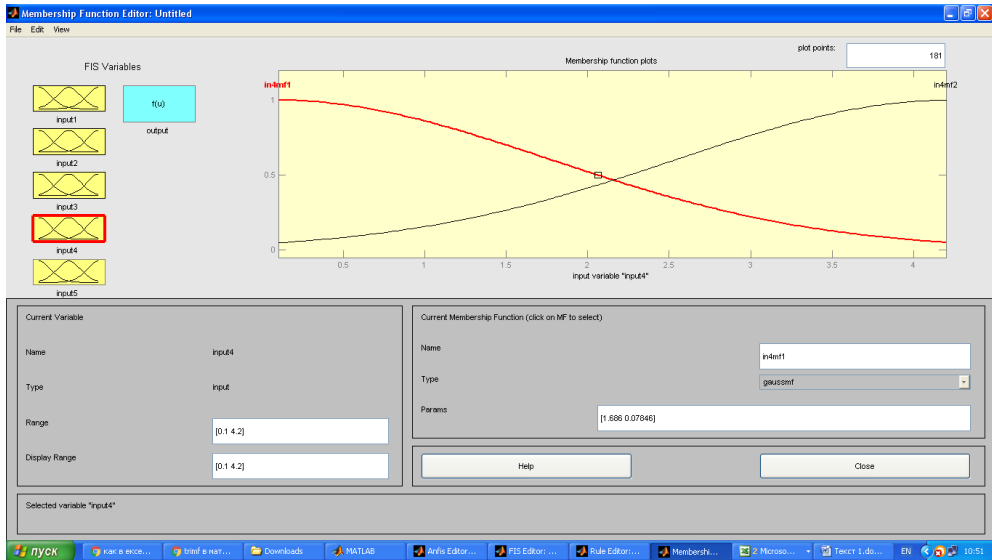
Membership Function Editor: Untitled

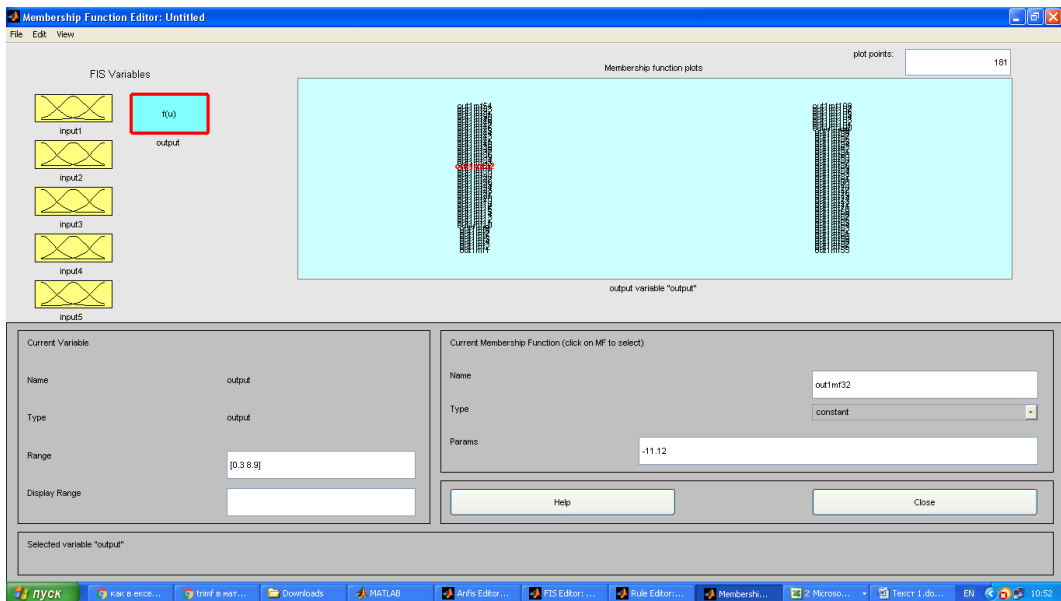
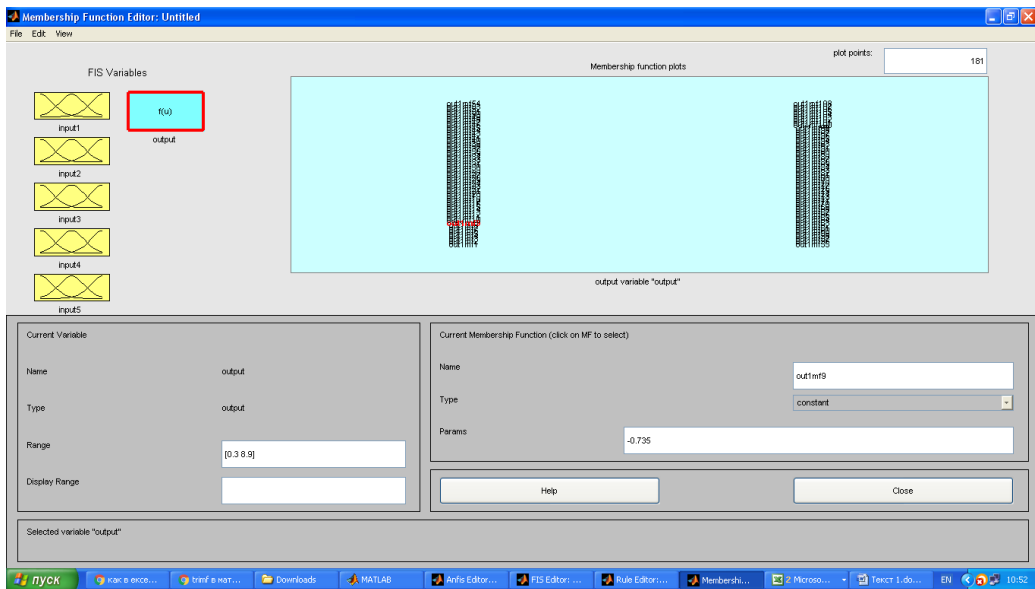
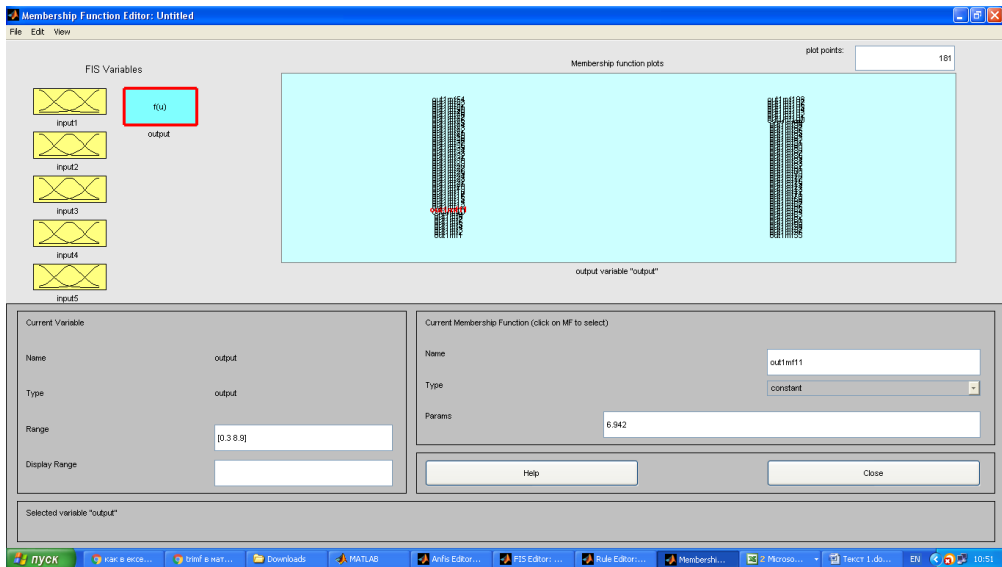
FIS Variables: input1, input2, input3, input4, input5, output f(x)

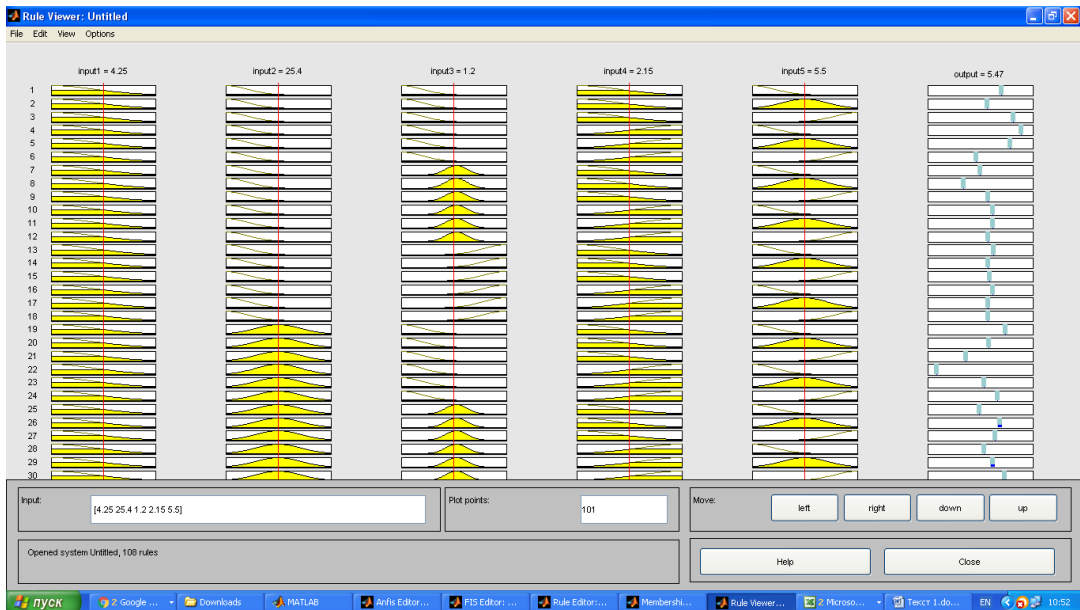
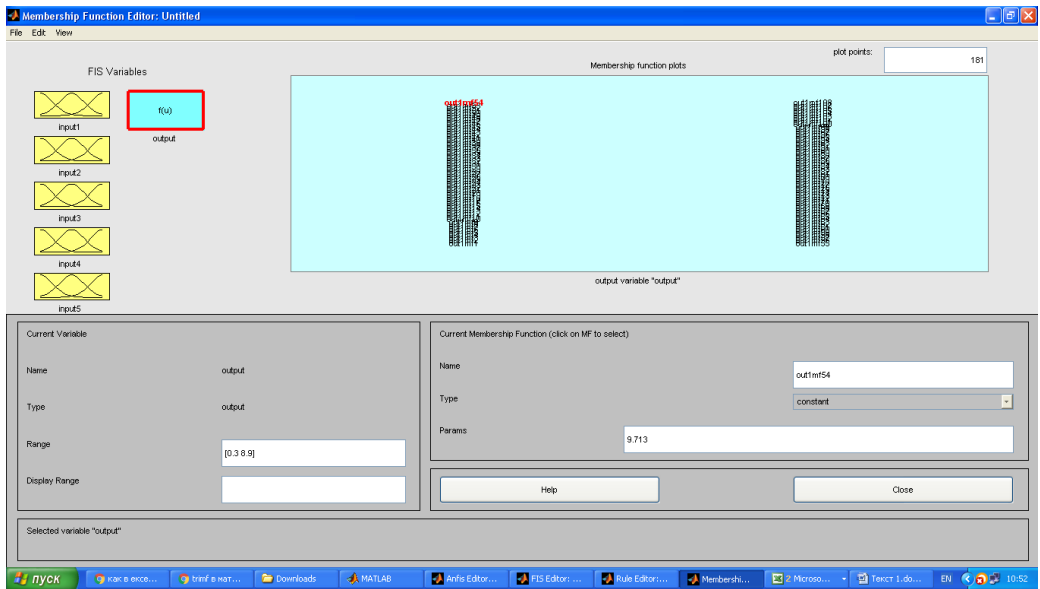
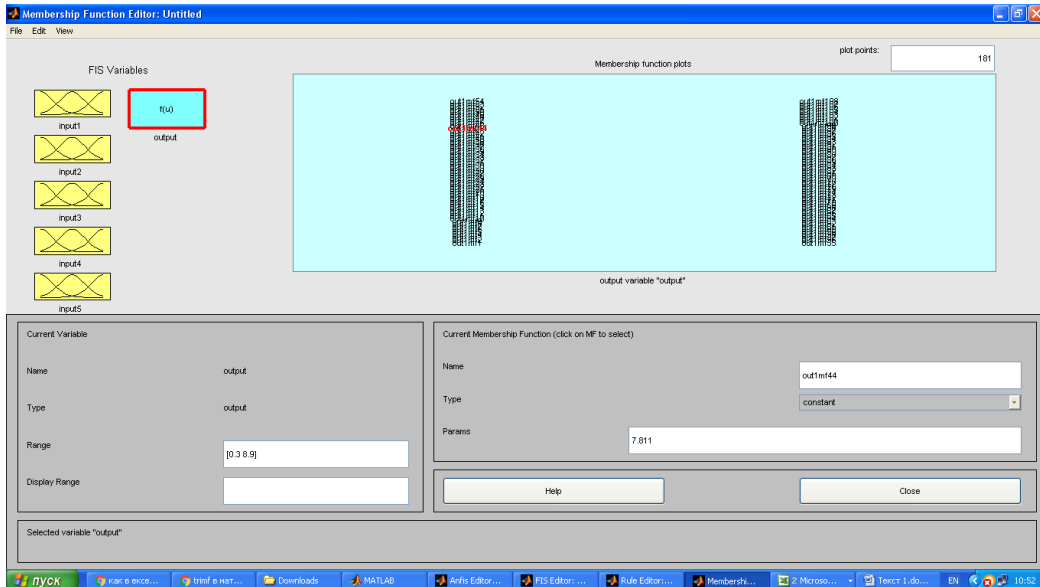
Current Variable: Name: input3, Type: input, Range: [0 2.4], Display Range: [0 2.4], Selected variable: "input3"

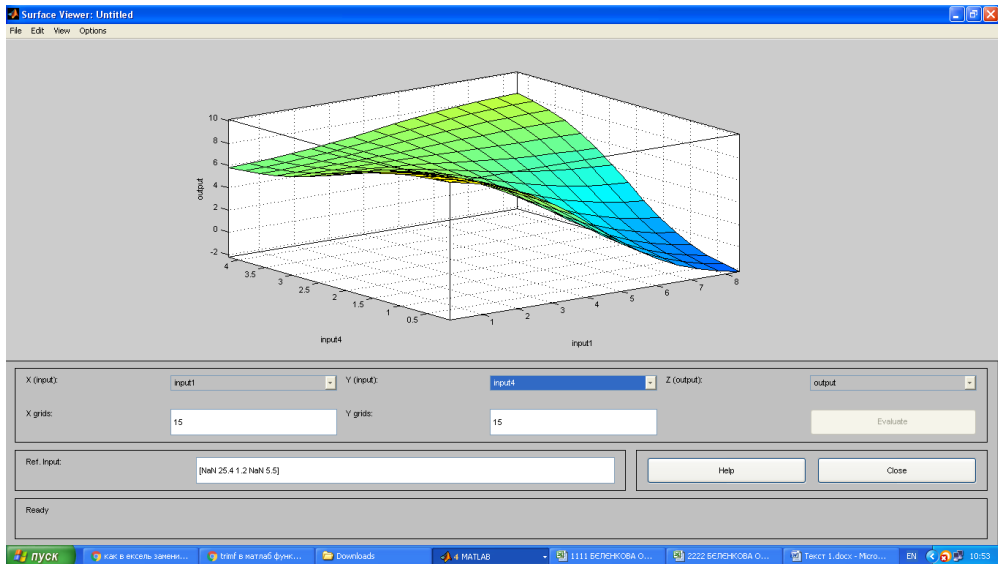
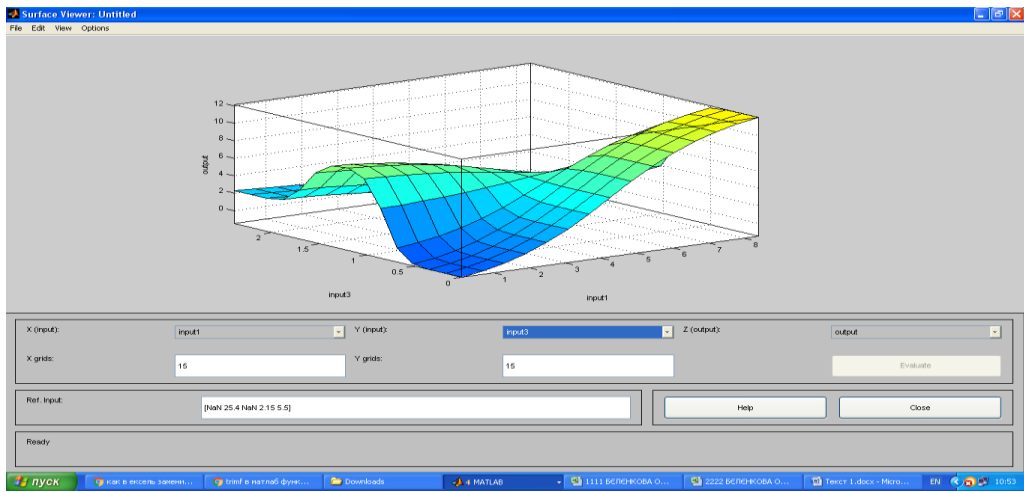
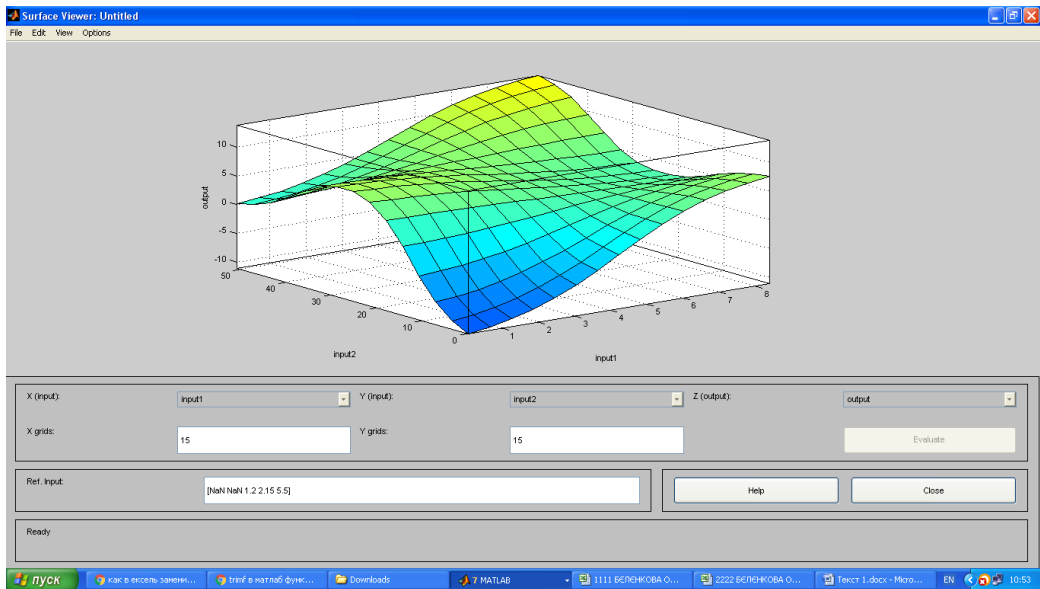
Current Membership Function (click on MF to select): Name: in3mf1, Type: gaussmf, Params: [0.4792 0.01116]

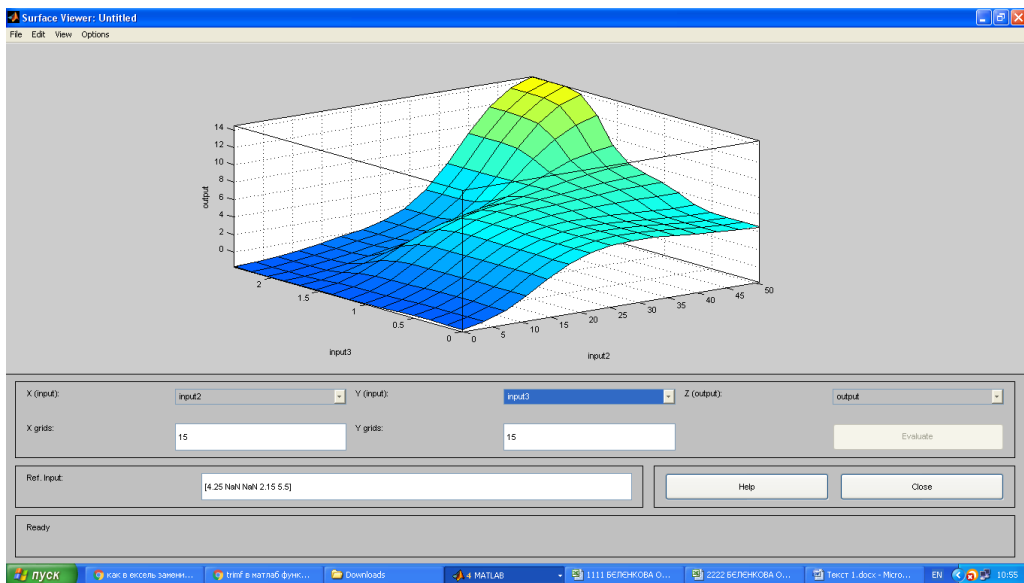
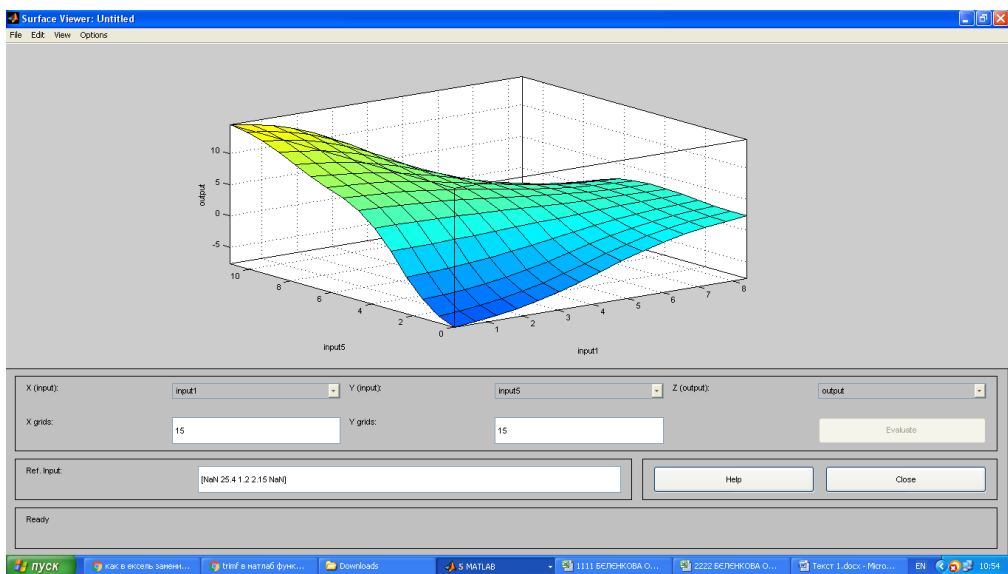
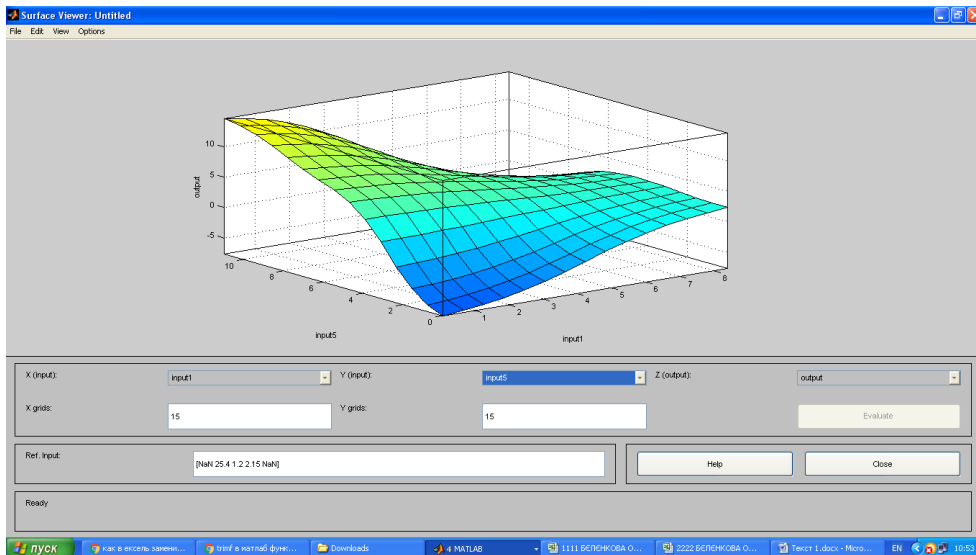
Buttons: Help, Close

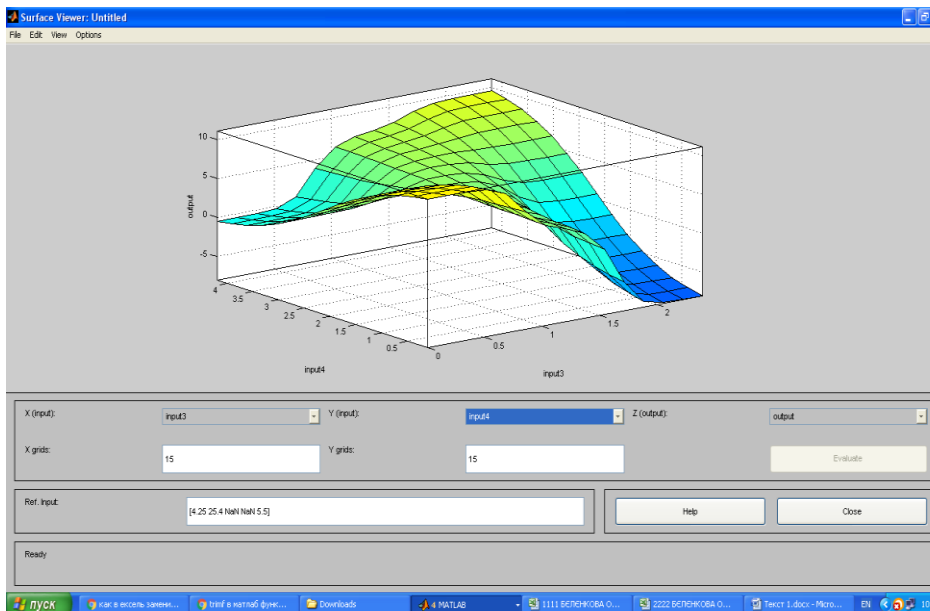
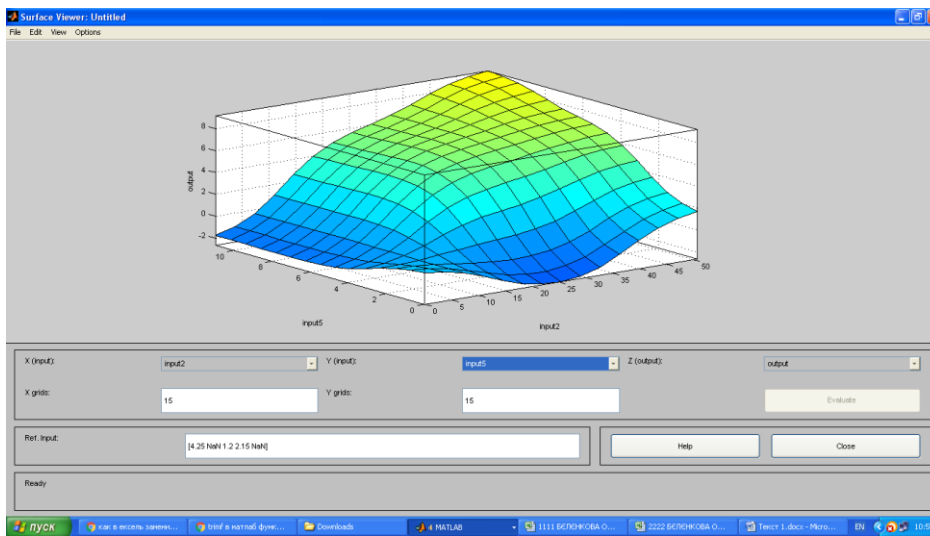
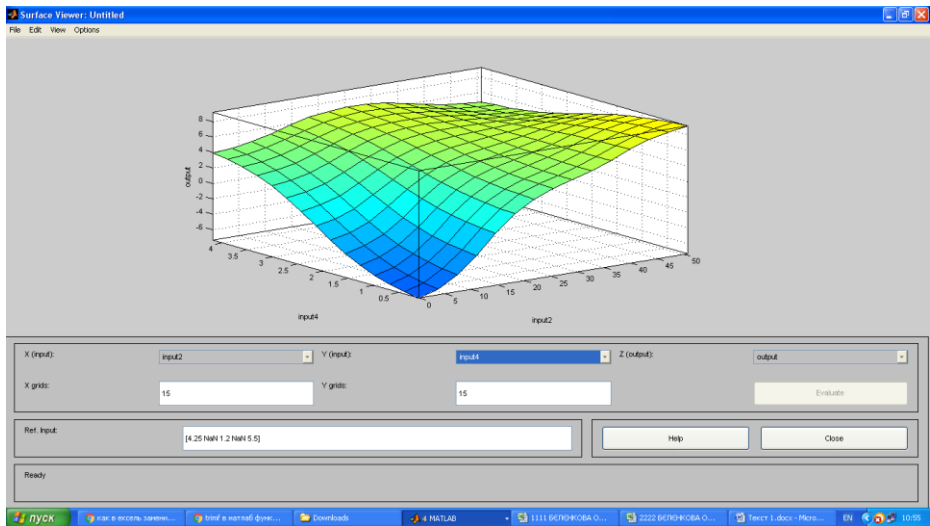


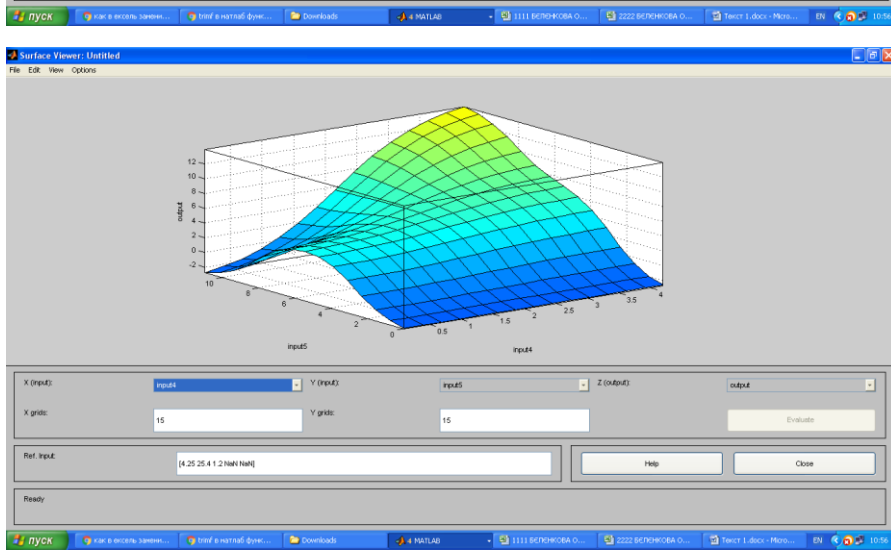
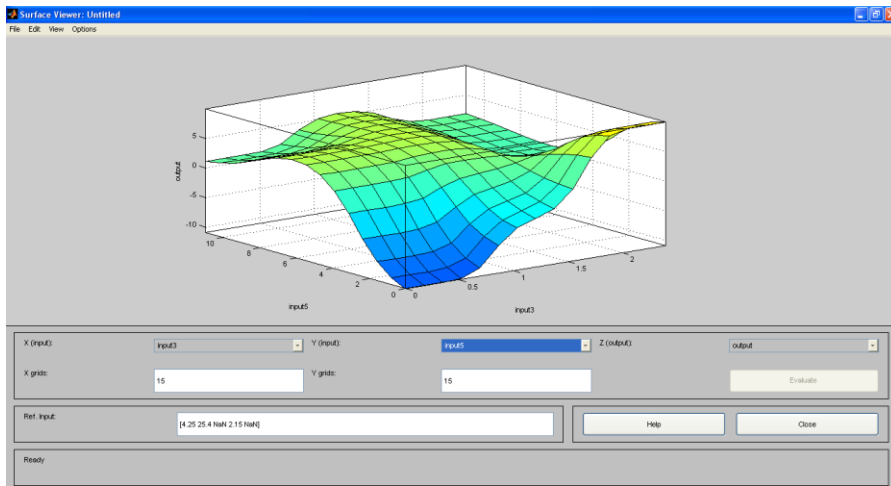


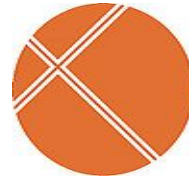












Architectural
Construction
Innovations

**ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
"АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ НОВАЦІЇ"**

код ЄДРПОУ 30552654
<https://www.bau.com.ua/f/aci/>

Київ, Новокостянтинівська, 4Б 04080
тел. +380 44 537 6444

№ 17-н від 15 лютого 2024 р

Ректору КНУБА
доктору економічних наук,
професору Кулікову П.М.

Довідка про впровадження в практику компанії «Архітектурно-будівельні новації» наукових результатів здобувача КНУБА Жалдака Р.Ю., одержаних ним при підготовці дисертації освітнього ступеня «доктор філософії» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Повідомляємо про позитивні підсумки взаємодії компанії із здобувачем ступеня «доктор філософії» в КНУБА Жалдаком Русланом Юрійовичем. Компанія ознайомилась із суто інноваційним науково-прикладним доробком здобувача Жалдака Р.Ю., який був сформований ним при підготовці дисертації на здобуття наукового ступеня PhD на тему: «Функціонально-технологічне забезпечення надійності виконавців будівельних проектів».

В складі цього доробку компанією при підготовці технічних обґрунтувань проекту «ЖК Східна Брама», який впроваджувався компанією сумісно із інвестиційною компанією «ІВ Alliance» у м.Тернополі, було використано наступні компоненти доробку здобувача:

- комплекс прикладних програм «Організаційно-технологічний комплекс оцінювання девелопером проекту надійності операційної системи підприємства-виконавця». Комплекс призначений для оцінювання стану та адміністрування процесами функціонально-технологічного забезпечення надійності виконавців в циклі та середовищі девелоперських будівельних проектів (ДБП)

- процедури аналітичного виміру надійності учасників проекту- на відміну від інших підходів, в даному дослідженні для формалізованого оцінювання певного субпідрядника ДБП до індикаторів нижнього рівня ієрархії в системі оцінювання функціонально-технологічної надійності (ФТН) поряд з технологічними показниками, які відображають виконавчу конкурентоспроможність субпідрядника, включено також ряд індикаторів виміру стабільності його економічного стану, спроможності до продуктивного використання ресурсів та індикатор формалізованого виміру іміджу організації в уявленні замовника та девелопера.

Ці результати здобувача були використані в роботі нашої компанії як сучасний інструмент цифрового управління та моніторингу вартісно-іміджевого профілю підприємства, що діє в рамках проекту. Він фіксує початкові (на момент початку участі в проекті) та кінцеві (на момент завершення діяльності підприємства як виконавця конкретної роботи) параметри. Серед них — показники результативності, обігу ресурсів, показники трансформації активів, а також мульти-індикативний показник стратегічної траєкторії зростання до заданого директивного стану, виражений у загальних одиницях виміру.

Зазначені розробки автора впроваджувались в існуючу практику компанії «Архітектурно-будівельні новації» впродовж 2022-2023 рр. щодо застосування організаційно-управлінських технологій інноваційного змісту в регламент адміністрування будівельними інвестиційними проектами. Результатом впровадження розробок автора стало суттєве поліпшення рівня достовірності та діджитал-адаптованості управлінських рішень щодо проекту будівництва, що дозволило скоротити поточні витрати девелопменту проекту на 4,1% та скоротити тривалість обґрунтувань проектно-кошторисної документації проекту на 1,9 місяців.

Зазначена продуктивність використання отриманих здобувачем результатів свідчить про значну практичну цінність науково-прикладного доробк, одержаного Жалдаком Р.Ю. при підготовці дисертації на здобуття наукового ступеня PhD.

Вважаємо, що позитивна думка компанії про фахову компетентність Жалдака Р.Ю. в рамках застосованого ним науково-прикладного доробку, буде важливим аргументом щодо наступного прийняття рішення щодо присудження Руслану Юрійовичу ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Генеральний директор
компанії,
канд. тех. наук



Архіпенко С.М.



ІНСТИТУТ МІСЦЕВОГО РОЗВИТКУ

КОНСУЛЬТАТИВНІ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЕКСПЕРТНІ ПОСЛУГИ

М. КИЇВ, ВУЛ. ІГОРІВСЬКА 14А, ТЕЛ.: (044) 428-76-10

ДОВІДКА

Про впровадження результатів дисертаційної роботи Жалдака Руслана Юрійовича «Функціонально-технологічне забезпечення надійності виконавців будівельних проєктів» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Даною довідкою підтверджуємо, що результати наукових досліджень Жалдака Руслана Юрійовича практично апробовані у проєкті спорудження та продажу житла «ЖК Варшавський-3» (далі - «Проєкт»), в якому «Інститут місцевого розвитку» виступив координатором та співвиконавцем. Співпраця Жалдака Р. Ю. з фахівцями Інституту стосувалась залучення його наукового доробку до процесу обґрунтування рішень в складі Проєкту. В діяльності Інституту в межах даного проєкту було використано наступні компоненти доробку здобувача :

- обґрунтована автором методика оцінювання надійності організацій-виконавців, яка спирається на експертно-семантичне оцінювання зазначених організацій за факторами надійності у форматі fuzzy-технологій;

- засади ВІМ-моделінгу застосовано до вирішення різних неформалізованих багатокритеріальних завдань раціоналізації ДБП щодо складу виконавців в умовах невизначеності - це в даній роботі здійснено через структуризації проблеми вибору у вигляді ієрархії згори – визначення цілей (з точки зору управління), через проміжні рівні (критерії, за якими здійснюється порівняння варіантів) до нижнього рівня, який у загальному випадку представляється набором альтернатив;

- обґрунтовано методичний та аналітико-прикладний апарат проведення верифікації надійності організацій виконавців, що дає змогу сформувати мережеву модель будівництва із скоригованими вартісними та організаційно-технологічними параметрами, де провідним індикатором є інтегрований рівень надійності девелоперського будівельного проєкту.

Запроваджений автором новий науково-прикладний підхід формалізованого опису змісту діяльності будівельних компаній в складі Проєкту забезпечив достовірний розгляд організаційно-технологічних рішень як на рівні будівельного проєкту в цілому, так і на рівні окремих

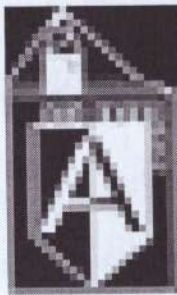
організацій-виконавців - як через різноаспектні одиничні індикатори, так і через інтегральний показник надійності виконавців, який має охоплювати всі сфери операційно-виробничої діяльності. Завдяки розробкам автора було на 3,2% знижено трудомісткість виконання робіт вцілому по проекту. Було суттєво скориговано окремі статті зведеного кошторисного розрахунку та бюджету Проекту.

Позитивні підсумки використання наукових та прикладних розробок Жалдака Р. Ю. в практику функціонально-технологічного обґрунтування процесів будівельного девелопменту в складі Проекту дають керівництву Інституту належні підстави оцінити рівень авторськи інновацій як такий, що відповідає науковому фаховому рівню доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

**Виконавчий директор
доктор економічних наук, доцент**



Руслан Тормосов



АЛЬФА-СЕРВІС
будівельна фірма

03048, м.Київ, Солом'янський район, ВУЛИЦЯ ЕРНСТА, будинок 16-Б,
приміщення 201 тел. (044) 2386511 Код ЄДРПОУ 22965175

Вих. № 64/10 від 08 лютого 20243 р.

Ректору КНУБА
доктору економічних наук,
професору Кулікову П.М.

Довідка

**про впровадження результатів дисертаційної роботи
Жалдака Руслана Юрійовича на тему: «Функціонально-технологічне
забезпечення надійності виконавців будівельних проєктів»**

Дисертаційна робота Жалдака Руслана Юрійовича на здобуття наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» присвячена розробці методів та технологій, що забезпечують надійність виконавців будівельних проєктів. Особливу увагу приділено аналітичним та технологічним аспектам забезпечення надійності будівельних виконавців.

Впровадження результатів дисертаційної роботи Жалдака Руслана Юрійовича здійснювалося в межах діяльності ТОВ «Будівельна компанія «Альфа Сервіс». Зокрема, було застосовано наступні компоненти доробку здобувача:

- **Обґрунтована автором методика оцінювання надійності організацій-виконавців:** Методика базується на експертно-семантичному оцінюванні зазначених організацій за факторами надійності у форматі fuzzy-технологій. Це дозволяє більш об'єктивно оцінювати потенційних підрядників, враховуючи не лише кількісні, але й якісні параметри їх діяльності.
- **Засади ВІМ-моделінгу:** Застосовані для вирішення різних неформалізованих багатокритеріальних завдань раціоналізації девелопменту будівельних проєктів (ДБП) щодо складу виконавців в умовах невизначеності. Це було здійснено через структурування проблеми вибору у вигляді ієрархії з визначенням цілей (з точки зору управління), проміжними рівнями (критерії для порівняння варіантів) та нижнім рівнем, який представляє собою набір альтернатив.

- **Методичний та аналітико-прикладний апарат проведення верифікації надійності організацій виконавців:** Даний апарат дозволяє формувати мережеву модель будівництва з коригованими вартісними та організаційно-технологічними параметрами, де провідним індикатором є інтегрований рівень надійності девелоперського будівельного проекту. Цей підхід забезпечує більш точне прогнозування та управління ресурсами у будівельних проектах.

Позитивні підсумки впровадження

Наукові та прикладні розробки Жалдака Руслана Юрійовича були успішно впроваджені в практику функціонально-технологічного обґрунтування процесів будівельного девелопменту у складі різних проектів ТОВ «Будівельна компанія «Альфа Сервіс». Зокрема, впровадження дозволило:

1. **Підвищити надійність оцінювання виконавців:** використання експертно-семантичного оцінювання у форматі fuzzy-технологій забезпечило більш об'єктивну і точну оцінку потенційних підрядників, що сприяло підвищенню якості виконання будівельних робіт.
2. **Вдосконалити процеси планування та управління:** засади BIM-моделінгу були ефективно застосовані для вирішення багатокритеріальних завдань, що дозволило більш раціонально організувати процеси будівництва та зменшити ризики, пов'язані з вибором та діяльністю підрядників.
3. **Оптимізувати будівельні проекти:** завдяки методичному та аналітико-прикладному апарату було забезпечено точне прогнозування вартісних і організаційно-технологічних параметрів будівельних проектів, що дозволило досягти більш ефективного використання ресурсів та підвищення загальної ефективності проектів.

Впровадження результатів дисертаційної роботи Жалдака Руслана Юрійовича в діяльність ТОВ «Будівельна компанія «Альфа Сервіс» дозволило значно підвищити якість і надійність будівельних робіт, а також покращити процеси планування і управління будівельними проектами. Керівництво компанії високо оцінює рівень наукових та прикладних розробок Жалдака Р. Ю., що відповідає науковому фаховому рівню доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

**Заступник директора
компанії**



Кравченко А.М.

До спеціалізованої
разової ради
у Київському національному
університеті будівництва
і архітектури
03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31

вих. № 14-н від 27.02.2024р.

Довідка про впровадження наукових результатів на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD)

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Здобувач: Жалдак Руслан Юрійович

Тема дисертаційної роботи: «Функціонально-технологічне забезпечення надійності виконавців будівельних проектів»

Місце впровадження: Академія будівництва України

Номер НДР: W4-14-b

Тема НДР: «Вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту для проектів будівництва»

Основна тема дисертації: Дисертаційна робота Жалдака Руслана Юрійовича присвячена розробці методів та технологій, що забезпечують надійність виконавців будівельних проектів. Особливу увагу приділено аналітичним та технологічним аспектам забезпечення надійності будівельних виконавців.

Впроваджені результати: Основні результати дисертаційної роботи Жалдака Руслана Юрійовича були впроваджені в процес опрацювання теми «Вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту для проектів будівництва» (тема № W4-14-b, Академія будівництва України). Впровадження здійснювалося в межах зазначеного проекту, що має на меті вдосконалення методів оцінки та забезпечення надійності виконавців будівельних проектів.

Інновації та обґрунтування: Автором запропоновано систему правил нечіткого логічного висновку для чинника «Репутація», яка використовується для оцінки надійності виконавців. Ця система дозволяє враховувати не тільки кількісні, але й якісні характеристики репутації, що є важливим для точного і комплексного оцінювання надійності виконавців будівельних проектів.

Практичне значення та використання результатів

1. **Аналітичний апарат:** Вдосконалений аналітичний апарат обґрунтування формату девелопменту дозволяє більш точно прогнозувати надійність і ефективність виконавців будівельних проєктів, зменшуючи ризики неякісного виконання робіт та невиконання строків.
2. **Система правил нечіткого логічного висновку:** Запропонована система дозволяє комплексно оцінювати репутацію виконавців, враховуючи їх попередній досвід, відгуки, надійність та інші фактори. Це сприяє підвищенню ефективності управління будівельними проєктами та зменшенню ризиків, пов'язаних з вибором виконавців.
3. **Вдосконалення процесів:** Результати дослідження були використані для вдосконалення процесів оцінки виконавців на різних етапах реалізації будівельних проєктів, що забезпечило підвищення якості та надійності будівельних робіт.

Впровадження результатів дисертаційної роботи Жалдака Руслана Юрійовича сприяло покращенню аналітичного підходу до оцінки надійності виконавців будівельних проєктів, що є важливим елементом для забезпечення успішної реалізації будівельних проєктів. Запропоновані інновації та вдосконалені методи були успішно інтегровані в практичну діяльність у рамках теми № W4-14-b, що підтверджує їхню актуальність та ефективність.

Президент АБУ
д.т.н., професор



І.І. Назаренко



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Повітрофлотський пр-т., 31, м. Київ-37, 03037, тел.: (044) 241-55-80, факс (044) 248-32-65
E-mail: knuba_admin@ukr.net, web: <http://www.knuba.edu.ua>, код ЄДРПОУ 02070909

16.02.2024 № 02-1.9/233

**ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ
дисертаційної роботи Жалдака Р.Ю. у науково-дослідні роботи КНУБА**

Науково-методичні та прикладні розробки, представлені Жалдаком Р.Ю. у дисертаційній роботі на здобуття ступеня доктора філософії за темою «Функціонально-технологічне забезпечення надійності виконавців будівельних проєктів», були застосовані як складові науково-прикладних та науково-пошукових робіт, які готувались та впроваджувались у Київському національному університеті будівництва і архітектури:

Внесок автора у розробку теми "Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів" (№ 0121U111793, КНУБА, 2021-2024 рр.) полягає у висновках методики оцінювання надійності організацій-виконавців. Ця методика базується на експертно-семантичному оцінюванні зазначених організацій за факторами надійності у форматі fuzzy-технологій.

Внесок автора у розробку теми «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (номер держреєстрації 0115U000860) складається з комплексу прикладних програм, зокрема "Організаційно-технологічний комплекс оцінювання девелопером проєкту надійності операційної системи підприємства-виконавця", а також системи правил нечіткого логічного висновку для чинника «Репутація».

В зазначених роботах рівень участі автора – виконавець НДР.

Проректор
з наукової роботи та
інноваційного розвитку



Олександр КОВАЛЬЧУК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Повітрофлотський пр-т., 31, м. Київ-37, 03037, тел.: (044) 241-55-80, факс (044) 248-32-65
E-mail: knuba_admin@ukr.net, web: <http://www.knuba.edu.ua>, код ЄДРПОУ 02070909

20.02.2024 № 02-1.9/234

**Інформація про залучення результатів дослідження Жалдака Р.Ю. в
навчально-методичний процес КНУБА**

У ході підготовки своєї дисертаційної роботи з теми "Функціонально-технологічне забезпечення надійності виконавців будівельних проєктів" для отримання наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 "Будівництво та цивільна інженерія", Р.Ю. Жалдак успішно співпрацював з викладацьким колективом кафедри менеджменту в будівництві КНУБА. Ця співпраця виявилася результативною, і окремі аспекти науково-методичного доробку автора були впроваджені у процес підготовки студентів за спеціальностями 192 "Будівництво та цивільна інженерія" та 073 "Менеджмент" на рівнях бакалаврату та магістратури.

Вищезазначені результати дослідження були інтегровані у методичне забезпечення та освітній процес по таким навчальним дисциплінам, як:

- ✓ «Організація будівельного виробництва», «Контролінг», «Планування діяльності будівельного підприємства» - для студентів бакалаврату спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" та 073 "Менеджмент";
- ✓ "Організація будівництва" для бакалаврів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія";
- ✓ «Спецкурс випускаючої кафедри» - при підготовці магістрів за спеціальністю 073 "Менеджмент" та 192 "Будівництво та цивільна інженерія".

Проректор
з навчально-методичної роботи



Андрій ШПАКОВ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, які індексуються в міжнародних наукометричних базах (Index Copernicus, Google Scholar)

1. Жалдак Р.Ю. Інформаційно-аналітичний базис оцінювання надійності виконавців будівельних проєктів. *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2024. – Вип. 85. – С. 211-223. DOI: 10.32347/2076-815X.2024.85.211-223. Режим доступу: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/2024/202485.pdf>
2. Жалдак Р.Ю. Аналітико-прикладні інновації забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців девелоперських будівельних проєктів. *Нові технології в будівництві*: наук.-техн. збірник. – К., НДІБВ, 2023, № 43. С.76-85. DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2023.43.10> Режим доступу: <http://ntinbuilding.ndibv.org.ua/v43-2023>
3. Жалдак Р.Ю. Формування моделі оцінки функціонально-технологічної надійності виконавців будівельного проєкту *Просторовий розвиток*. Науковий збірник. – К., КНУБА, 2024. – Вип. 7. - С. 273-285. DOI: 10.32347/2786-7269.2024.7. С. 273-285. Режим доступу: <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/29/2024/SD2407.pdf>
4. **Zhaldak R.**, Chernyshev D. Methodical components of formation of diagnostic-information subsystem of ensuring functional-technological reliability of executors of the construction project (Методичні компоненти формування діагностико-інформаційної підсистеми забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців проєкту будівництва) *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2022. – Вип. 79. – С. 164-172. DOI: 10.32347/2076-815x.2022.79.164-172. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2022_79_34
5. Chernyshev D., Prykhodko O., **Zhaldak R.** Functional-technological subsystems of digital transformations of business processes and organizational structures of construction enterprises (Функціонально-технологічні підсистеми цифрових трансформацій бізнес-процесів та оргструктур будівельних підприємств). *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2021. – Вип. 78. – С. 508-519. DOI: 10.32347/2076-815x.2021.78.508-519. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2021_78_46.
6. Орленко І. М., **Жалдак Р. Ю.**, Приходько О. О., Шпаков А. В. Модифікація методично-прикладного інструментарію діагностики фінансового стану будівельного підприємства в контексті санаційного менеджменту. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 46. С. 100 – 107, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.46.100-107. Режим доступу: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-46/16.pdf>

7. Шпаков А. В., **Жалдак Р. Ю.**, Кушнір І. І. Інноваційноприкладна основа структурно-функціональної регламентації операційної системи управління провідних стейкхолдерів будівельного проєкту. *Управління розвитком складних систем*. Київ. 2021. № 47. С. 151 – 161, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.47.151-161. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2021_47_20
8. Приходько Д. О., Жалдак Р. Ю., Дикий О. В. Процесно-структурні трансформації як пріоритетний вектор розвитку інноваційної платформи будівельного девелопмента. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2021. № 48. С. 114 – 124, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2021.48.114-124. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2021_48_16
9. **Жалдак Р.**, Чернишев Д., Малихін М. Реалізація процедур верифікації стану надійності виконавців в складі моделей адміністрування проєктами будівництва. *Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник*. – К., КНУБА, 2022. – Вип. 80. – С. 180-190. **DOI:** 10.32347/2076-815X.2022.80.180-190. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2022_80_31
10. **Жалдак Р.Ю.**, Малихін М.О., Мірутенко О.В. Визначення загальносистемних детермінант динамічного розвитку будівельних підприємств у концепті венчурного інвестування. *Просторовий розвиток*. - 2022. - Вип. 2. - С. 181-192. **DOI:** 10.32347/2786-7269.2022.2.181-192.- Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spdev_2022_2_16
11. Дружинін М. А., **Жалдак Р. Ю.**, Ніколаєва М. Ю. Оновлення моделей організації будівництва в контексті їх адаптогенності до сучасних управлінських та цифрових технологій. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2022. № 52. С. 73 – 83, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2022.52.73-83. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2022_52_12
12. Хоменко О. М., Приходько О. О., Дружинін М. А., **Жалдак Р. Ю.** Сучасна технологія моделювання організаційної підготовки та девелоперського супроводу проєктів будівництва. *Просторовий розвиток: науковий збірник*. – К., КНУБА, 2023. – Вип. 3. – С. 162-172. **DOI:** 10.32347/2786-7269.2023.3.162-172. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/spdev_2023_3_16
13. Антипенко Є. Ю., **Жалдак Р. Ю.**, Дружинін М. А. Модернізація методологічних підходів до організаційнотехнологічного та економіко-управлінського супроводу девелоперських проєктів. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2023. № 56. С. 116 – 122, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2023.56.116-122

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав із напрямку, з якого підготовлено дисертацію:

(Журнали включено до наукометричних баз: *Index Copernicus, Scientific Indexing Services, Citefactor, Open Academic Journals Index Ulrichsweb, BASE*)

14. **Zhaldak R.**, Akselrod R., Prykhodko D. (2021) Development and adaptation of an integrated software product for the implementation of development projects based on a combined approach *International independent scientific journal*, №34 (2), p.15-19. ISSN 3547-2340 (Kraków, Rzeczpospolita Polska). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7061509> Режим доступу: https://www.iis-journal.com/wp-content/uploads/2024/03/IISJ_34_2.pdf
15. **Zhaldak R.**, Nikolaeva M. (2022) Improvement of the toolkit for choosing alternatives for the implementation of construction projects based on the functional and technical reliability of implementing organizations. *Středoevropský věstník pro vědu a výzkum* № 9. ISSN: 2336-3630 (*online*), Praha, Чеська Республіка. Режим доступу: <https://journals.indexcopernicus.com/search/journal/issue?issueId=323161&journalId=20855>
16. O. Khomenko, M. Druzhynin, O. Prykhodko, **R. Zhaldak** (2022). Organization and management of digital transformation of business structures in construction development. *News of Science and Education*, № 1(9). ISSN: 2312-2773 (*online*). UK: Sheffield. Режим доступу: <https://journals.indexcopernicus.com/search/journal/issue?issueId=323990&journalId=3231>

Матеріали конференцій, де здійснено апробацію роботи:

17. Zhaldak R. Conceptual bases on the essence of the definition of organizational and technological reliability of contractors in application to modern concepts of implementation of construction projects. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. (USA, Boston, 14-16 January). CPN Publishing Group. Boston, USA. 2021. Pp. 251-254.
18. Zhaldak R. Methodical approaches to the formation of predictors of organizational and technological reliability of investment construction projects. «Conduct of modern science»: XI international scient. and pract. conf: materials of the conf. – Sheffield: Science and education LTD, 2021. – Vol. 3. – P. 29-31.
19. Жалдак Р. Ю. Специфіка формування господарського портфеля підприємствами-стейкхолдерами будівельно-інвестиційних проектів в сучасній системі будівельного девелопменту. Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України : зб. матер. IV Всеукр. круглого столу з міжнар. участю, 17 листопада 2021 р. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – Київ : КОМПРИНТ, 2022. – С. 96 – 100. – (До 75-річчя з дня створення ООН з питань освіти, науки і культури (ЮНЕСКО)).

20. Жалдак Р.Ю. Спрямування вимог девелопменту та BIM-технологій на модернізацію структур адміністрування будівельним проектом. Міжнародний науково-технічний форум «Архітектура, Дизайн та Будівництво: Інноваційні технології»: програма та тези доповідей. Київ, ДП НДІБВ, 2021. С.72.
21. Жалдак Р.Ю. Формування інформаційно-прикладної основи оцінки надійності виконавця будівельних проектів: інтелектуально-цифрові компоненти та аналітико-параметричний базис. Матеріали V міжнар. конф. «Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України», Київ, КНУБА, 2022. С.10.
22. Жалдак Р.Ю. Забезпечення функціонально-технологічної надійності виконавців девелоперського проекту на передінвестиційно-підготовчій фазі його життєвого циклу. Програма та тези доп. ІХ міжнар. наук.-практ. конф. «Нові технології в будівництві». – Київ, 2022. – К.: НДІБВ. – С.41-43.
23. Жалдак Р.Ю. Формування дієвої системи індикаторів забезпечення надійності виконавців на ґрунті сполучення засад «управління за відхиленнями» теорії відмов та BIM-технологій. Програма круглого столу "Налаштування освітніх траєкторій в підготовці менеджерів будівництва в контексті відбудови України". Київ: КНУБА, 2023. С. 21.
24. Жалдак Р. Виявлення та коригування рівня функціонально-технологічної надійності організацій-виконавців будівельних проектів. Маркетингові стратегії, підприємництво: сучасний стан, напрямки розвитку: Матеріали V Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.: тези доповідей. Київ: 2024. С.174-176.
25. Zhaldak R., Prykhodko O. Innovative scientific-analytical and practical developments to improve the functional and technological reliability of construction project executors. The 9th International scientific and practical conference “Global science: prospects and innovations”. Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom. 2024. P. 115-118.
26. Жалдак Р. Ю. Зміна конфігурації та технології адміністрування підприємством –девелопером в контексті науково-прикладних засад верифікації функціонально-технологічної надійності виконавців проектів будівництва. Програма та тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції «Енергоощадні машини і технології», Київ, КНУБА, 2024. С. 34.