

АНОТАЦІЯ

Власенко Т.В. Оптимізація інструментарію впровадження будівельного проекту на засадах інжинірингу. – 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, Київ, 2021.

Актуальність теми дисертації обумовлена необхідністю оновлення уявлення щодо підготовки будівництва і розробки теоретичних і методичних рекомендацій відбору будівельних проектів на засадах інжинірингу для того, щоб забезпечити ефективну реалізацію та раціональне впровадження інвестиційно-будівельних (будівельних) проектів із задоволенням вимог інвесторів, зокрема іноземних.

Складність та несприятливі умови будівельної галузі посилюють різноманітні ризики та невизначеності, з якими доводиться мати справу при плануванні та впровадженні будівельних проектів, що впливає на кінцевий результат успіху інвестиційно-будівельної діяльності. Адекватний вибір надійного та достовірного інвестиційно-будівельного проекту безпосередньо забезпечує досягнення поставлених цілей та забезпечує успіх інвестора, тому вибір проекту є критичною складовою при прийнятті рішення для будь-якого потенційного інвестора.

Управління будівельним проектом в Україні є актуальною практичною та науково-теоретичною задачею, рішення якої направлено на вивчення, обґрунтування та впровадження нових форм та методів управління будівельними проектами, підвищення функціонування будівельного комплексу в цілому. Сутність самої інжинірингової діяльності не змінюється від способів виконання будівельних робіт, але при цьому значно різняться підходи до управління будівництвом. В зв'язку з тим необхідно відмітити, що сьогоденні умови потребують удосконалення діяльності інжинірингової

компанії з інвестором із задоволенням його потреб. В сучасних умовах ринку від таких компаній вимагається велика динамічність та гнучкість при прийнятті рішень.

На підставі аналізу науково-дослідних робіт і практичного досвіду українських будівельних та інжинірингових компаній в області оптимізації впровадження будівельного проекту на засадах інжинірингу, а також теоретичних і методологічних питань оцінки достовірності та надійності інвестиційно-будівельних проектів можна зробити висновок, що проблема обґрунтування і вибору надійних будівельних проектів в умовах невизначеності залишається недостатньо вивченою, не зовсім зрозумілою і не вирішеною. Низька ефективність діяльності інжинірингових компаній в Україні створює ризик неефективного впровадження будівельного проекту в часі, збільшує перевитрати фінансових ресурсів інвестора, тощо. Враховуючи вищевикладене, дана проблема потребує подальшого розгляду і розробки організаційно-технологічного інструментарію впровадження будівельного проекту на засадах інжинірингу. Вибір відповідної моделі та методів може вирішити проблему управління ризиками і невизначеністю при прийнятті інвестиційних рішень. Це допоможе вибрати правильні напрями інвестування в будівельну галузь і призведе до підвищення якості інвестицій.

Метою роботи є розробка інструментарію по підвищенню організаційно-технологічної достовірності та надійності інвестиційно-будівельних проектів, включаючи перехід від традиційних методів реалізації будівельної діяльності до нових інноваційних підходів на засадах інжинірингу із застосуванням методів оцінки та відбору альтернативних будівельних проектів на основі нечіткого багатокритеріального підходу в умовах невизначеності.

Дане дослідження пропонує у якості рішення даної проблеми процедуру відбору пропозицій будівельних проектів, що базується на теорії нечітких множин, основні відмінності та переваги якої у порівнянні з іншими традиційними моделями відбору полягають у використанні алгоритму для

обробки невідповідності в нечіткому відношенні уподобань інвесторів при застосуванні судження парного порівняння та використання лінгвістичної оцінки параметрів будівельних проектів по якісному або кількісному критерію відповідно.

Прийняття рішень в будівельній галузі - дуже складна задача через невизначеність багатьох факторів, що впливають на результати обраного інвестиційно-будівельного проекту. Дане дослідження дозволило виявити 130 факторів, які можуть вплинути на процес прийняття рішення при обґрунтуванні значущих показників інвестиційно-будівельного проекту. Дані фактори були розподілені в наступні групи: А. Потенціал інжинірингової компанії; В. Характеристики інвестиційно-будівельного проекту; С. Соціальні фактори; D. Екологічні фактори; Е. Технологічні фактори; F. Фактори, що пов'язані з учасниками проекту; G. Фінансові фактори; H. Економічні умови і нестабільність; I. Державна політика і регулювання в будівельній галузі; J. Ринкові умови. В результаті експертного опитування було відібрано 32 критеріїв невизначеності, як найвагоміші.

Поданий інструментарій та запропонована модель дозволяє комплексно аналізувати інвестиційно-будівельні проекти з урахуванням потреб інвесторів, а також факторів невизначеності зовнішнього середовища. Також розроблена ієрархічно структурована система критеріїв оцінки достовірності будівельних проектів. Подана система дозволяє описувати характеристики проектів об'єктивно і структуровано, виходячи з вагомості критеріїв і їх груп. Наявність суб'єктивних уявлень, безлічі критеріїв, надлишок невизначеності і якісних змінних змушують використовувати багатокритеріальні методи прийняття рішень для задачі вибору проекту. За основу пропонуються метод аналізу ієрархій (АНР) для визначення вагомості критеріїв та метод визначення порядку переваг за схожістю з ідеальним рішенням (TOPSIS) для ранжування альтернативних будівельних проектів на базі нечіткої логіки, оскільки методи MCDM дуже ефективні у багатьох аспектах, таких як оцінка і вибір рішення. Через неможливість приведення всіх критеріїв до єдиного виміру було

прийнято рішення інтегрувати та використати підходи нечіткої логіки в методи прийняття рішень за кількома критеріями, щоб зменшити вплив неточності, неоднозначності, уникнути невизначеності і дозволити особам, які приймають рішення, вибирати між критеріями в невизначеному середовищі. Відповідно до критеріїв, які визначаються порядком важливості, метод TOPSIS на основі нечіткої логіки є ефективним для вибору будівельного проекту, який забезпечує найбільш відповідний вибір серед альтернатив.

Наукова новизна дисертації полягає в:

1) удосконаленні наукового інструментарію для аналізу успішного впровадження будівельного проекту на засадах інжинірингу в умовах невизначеності з урахуванням оцінки його організаційно-технологічної надійності та достовірності;

2) запропонованій методології оцінки та відбору альтернатив інвестиційно-будівельних проектів;

3) удосконаленні методичного обґрунтування впровадження будівельних проектів в умовах невизначеності на підставі достовірності інвестиційних та організаційно-технологічних рішень;

4) запропонованій класифікації критеріїв відбору в умовах невизначеності при оцінці альтернатив інвестиційно-будівельних проектів.

Практичне значення поданої дисертації полягає у підвищенні якості проектних рішень будівельної продукції в першу чергу за рахунок інтеграції всіх зацікавлених сторін будівельного проекту, який втілюється на засадах інжинірингу. Отримані результати дослідження можуть бути застосовані при проведенні оцінки достовірності та надійності будівельних проектів в умовах невизначеності навколишнього середовища та призначаються для прийняття рішень при попередньому відборі інвестиційно-будівельного проекту на основі обґрунтування їх організаційно-технологічної надійності. Також отримані висновки можуть бути використані в діяльності інжинірингових компаній, що надають послуги в будівельній галузі, в частині оцінки інвестиційних умов і ризиків впровадження будівельних проектів.

Основні положення, результати та висновки дослідження доповідались автором на науково-практичних конференціях та семінарах (Київ 2017, 2018, 2019, 2020; Одеса 2020).

Ключові слова: багатокритеріальні рішення, будівельний проект, інвестиційний процес у будівництві, інжиніринг, надійність, невизначеність, оцінка достовірності проектних рішень, передінвестиційний відбір будівельного проекту, планування проекту, прийняття рішень, теорія нечітких множин, фактори невизначеності, FAHP, FMCDM, FTOPSIS.

SUMMARY

Vlasenko T. **Optimization of the construction project implementation tool based on engineering.** – Qualification scientific work on the rights of the manuscript. The thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 192 - Construction and Civil Engineering. Area of knowledge: 19 - Architecture and Construction - Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv, 2021.

The relevance of the dissertation topic is due to the need to update the understanding of construction preparation and development of theoretical and methodological recommendations for the selection of construction projects based on engineering in order to ensure effective and rational implementation of investment and construction projects to meet the requirements of investors, including foreign ones.

The complexity and unfavourable conditions of the construction industry increase the various risks and uncertainties that have to be faced with while planning and implementing the construction projects, which affects the final result of the success of investment and construction activity. Adequate choice of a reliable investment and construction project ensures directly the achievement of goals and the success of the investor, so the selection of a project is a critical component in the decision-making for any potential investor.

Investment and construction project management in Ukraine is relevant practical and scientific-theoretical task aimed at studying, substantiating and implementing new forms and methods of investment and construction project management, improving the functioning of the construction complex as a whole. The essence of the engineering activity itself does not change regardless of the methods of construction work being carried out, but at the same time significantly different approaches to construction management vary considerably. In this regard, it should be noted that today's conditions require to enhance the activity of engineering company with the investor to meet his needs. In today's market

conditions, such companies are required to be very dynamic and flexible in decision-making.

Based on the analysis of research and practical experience of Ukrainian construction and engineering companies in the area of the optimization of construction project implementation on the basis of engineering, as well as theoretical and methodological issues of assessing the reliability of investment construction projects, we can conclude that the problem of justification and selection of construction projects in conditions of uncertainty remains insufficiently studied, not entirely clear and unresolved. Low efficiency of engineering companies in Ukraine creates the risk of inefficient implementation of the construction project in time, increases the overspending of financial resources of the investor and so on. Given the above, this problem requires further consideration and development of organizational and technological tool for the implementation of investment and construction project on the basis of engineering. The choice of the right model and methods can solve the problem of risk management and uncertainty in investment decisions. This will help to choose the right investment directions in the construction industry and will improve the quality of investment.

The aim of the work is to develop toolkit to improve the organizational and technological reliability of investment and construction projects, including the transition from traditional methods of construction to new innovative approaches based on engineering using methods of evaluation and selection of alternative investment and construction projects based on fuzzy multicriteria approach under conditions of uncertainty.

This work proposes as a solution to this problem the procedure of selection of proposals for construction projects based on the theory of fuzzy sets, the main differences and advantages of which compared to other traditional models of selection are to use the algorithm to handle the mismatch in vague preferences of investors and the use of linguistic assessment of the parameters of construction projects by qualitative or quantitative criteria, respectively.

Decision-making in the construction industry is a very difficult task due to the uncertainty of many factors that affect the results of the selected investment and construction project. This research revealed 130 factors that may affect the decision-making process in substantiating the significant indicators of the investment and construction project. These factors were divided into the following groups: A. The potential of an engineering company; B. Characteristics of an investment and construction project; C. Social environment; D. Environmental factors; E. Technological factors; F. Factors associated with project participants; G. Financial factors; H. Government policy and regulation in the construction industry; I. Economic conditions; J. Market conditions. As a result of the expert survey, 32 uncertainty factors were selected as the most important.

The presented toolkit and the proposed model allow a comprehensive analysis of investment and construction projects, taking into account the investors' needs, as well as environmental uncertainties. A hierarchically structured system of criteria for assessing the reliability of investment and construction projects has also been developed. The given system allows to describe characteristics of projects objectively and structurally, proceeding from the relevance of criteria and their groups. The presence of subjective ideas, many criteria, excess uncertainty and qualitative variables make it necessary to use multi-criteria decision-making methods for the task of project selection. As a basis, the *technique for order of preference by similarity to ideal solution* (TOPSIS) is proposed, taking into account the method of multiple-criteria decision-making (MCDM), because MCDM is very effective in many aspects, such as evaluation and choice of solution. Due to the impossibility of bringing all criteria into a single dimension, it was decided to integrate and use fuzzy logic approaches into multi-criteria decision-making methods to reduce the impact of inaccuracies, ambiguities, avoid uncertainty and allow decision makers to choose between criteria in an uncertain environment. According to the criteria determined by the order of importance, the TOPSIS method based on fuzzy logic is effective for choosing the investment and construction project that provides the most appropriate choice among the alternatives.

The scientific novelty of the dissertation/thesis is:

1) the improvement of scientific tools for the analysis of successful implementation of the investment and construction project on the basis of engineering in conditions of uncertainty, taking into account the assessment of its organizational and technological reliability;

2) the proposed methodology for the evaluation and selection of alternatives to investment and construction projects;

3) improving the methodological justification for the implementation of construction projects in conditions of uncertainty based on the reliability of investment and organizational and technological decisions;

4) the classification of selection criteria in the conditions of uncertainty at an estimation of alternatives of investment and construction projects is offered.

The practical significance of the submitted thesis is to improve the quality of design solutions for construction products, primarily through the integration of all interested parties of the construction project, which is implemented on the basis of engineering. The results of the research can be used to assess the reliability of investment and construction projects in the conditions of environmental uncertainty and are intended for decision-making in the preliminary selection of investment and construction project based on the justification of their organizational and technological reliability. The findings can also be used in the activities of engineering companies providing services in the construction industry, in terms of assessing investment conditions and risks of construction projects.

The main points, results and conclusions of the research were reported by the author at academic and practical conferences and seminars (Kyiv 2017, 2018, 2019, 2020; Odesa 2020).

Keywords: assessment of the reliability of project decisions, construction project, decision-making, engineering, FAHP, FMCDM, fuzzy set theory, FTOPSIS, investment process in construction, multicriteria solutions, pre-investment selection of the construction project, project planning, reliability, uncertainty, uncertainty factors.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до ЄС або ОЕСР

1. Vlasenko T., Tuhai O. Fuzzy multi-criteria model for construction project selection in conditions of uncertainty. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*. 2020. Vol. 7-8. Pp. 31-36.

doi: 10.29013/AJT-20-7.8-31-36

2. Tuhai O., Vlasenko T. A multi-criteria decision making model for investment in the construction industry under uncertainty. *Modern engineering and innovative technologies*. 2021. Vol.1(15). Pp. 99-103. (Збірник входить до наукометричної бази *Index Copernicus* (Польща)).

doi: 10.30890/2567-5273.2021-15-01-116

3. Tuhai O., Vlasenko T. A fuzzy multi-criteria approach to decision-making for choosing an investment and construction project in an uncertain environment. *International Journal of Construction Engineering and Management*. 2021. Vol. 10(1). Pp. 17-24. (Збірник входить до наукометричних баз *EBSCO* (США), *Index Copernicus* (Польща)).

doi: 10.5923/j.ijcem.20211001.03

Статті у наукових фахових виданнях України

4. Тугай О.А., Власенко Т.В. Управління інвестиційно-будівельними проектами на основі ЕРС/М контрактів. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Київ, 2018. № 35. С. 108-114.

5. Тугай О.А., Власенко Т.В. Загальні основи інжинірингової діяльності та її сучасний стан в Україні. *Нові технології у будівництві*. Київ, 2018. №34. С. 15-20.

6. Тугай О.А., Власенко Т.В. Вдосконалення проекту на основі підвищення ефективності інвестиційної діяльності. *Шляхи підвищення*

ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Київ, 2019. № 39. С. 150-154.

7. Тугай О.А., Власенко Т.В. Алгоритм попередньої оцінки достовірності інвестиційних проектів у будівельній галузі в умовах невизначеності. *Вісник ОДАБА.* Одеса, 2021. № 82. С. 141-148.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

8. Власенко Т.В. Сутність інжинірингової діяльності та проблеми її розвитку в Україні. *Ефективні технології в будівництві:* зб. тез доп. II міжнар. наук.-тех. конф., м. Київ, 6-7 квіт. 2017 р. Київ, 2017. С. 116.

9. Vlasenko Tetiana. Engineering and its current state in Ukraine. *BUILD-MASTER-CLASS-2017: materials of intern. scient. – pract. conf. of young scientists.*, Kyiv, Nov. 28 – Dec. 1, 2017. Kyiv, 2017. P.341.

10. Власенко Т.В. Контракти ЕРС/М як метод підвищення ефективності управління при реалізації інвестиційно-будівельних проектів. *Ефективні технології в будівництві:* зб. тез доп. III міжнар. наук.-тех. конф., м. Київ, 28-29 берез. 2018 р. Київ, 2018. С. 134.

11. Власенко Т.В. Нормативно-правове забезпечення організації будівельної діяльності на основі інжинірингу. *Будівельне право: проблеми теорії і практики:* зб. тез доп. II міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 6 груд. 2018 р. Київ, 2018. С. 139-140.

12. Власенко Т.В. Шляхи досягнення ефективності інвестицій на основі передінвестиційного інжинірингу. *Ефективні технології в будівництві:* зб. тез доп. IV міжнар. наук.-тех. конф., м. Київ, 27-28 берез. 2019 р. Київ, 2019. С. 144.

13. Власенко Т.В. Вдосконалення організаційно-технологічних рішень в будівництві. *Економіко-управлінські та інформаційно-аналітичні новації в будівництві:* зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 23-24 квіт. 2019 р. Київ, 2019. С. 82.

14. Власенко Т.В. Правове регулювання інвестиційних договорів в будівельній галузі України. *Будівельне право: проблеми теорії і практики*: зб. тез доп. III міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 4 груд. 2019 р. Київ, 2019. С. 168-170.

15. Власенко Т.В. Особливості успішної реалізації інвестиційно-будівельних проектів. *Сучасні виклики і актуальні проблеми науки, освіти та виробництва: міжгалузеві диспути*: зб. тез доп. IX міжнар. наук.-практ. интерн.-конф., м. Київ, 16 жовт. 2020 р. Київ, 2020. С. 603-604.

16. Власенко Т.В. Управління ризиками на передінвестиційній фазі життєвого циклу будівельних проектів. *Управління проектами: проектний підхід в сучасному менеджменті*: зб. тез доп. XI міжнар. наук.-практ. конф., м. Одеса, 13-14 листоп. 2020 р. Одеса, 2020. С. 42-43.

17. Власенко Т.В. Шляхи вирішення задачі відбору інвестиційно-будівельних проектів з боку інвестора на передінвестиційній стадії. *Досягнення і перспективи науки, освіти і виробництва: 2020*: зб. тез доп. I міжнар. наук.-практ. интерн.-конф., м. Київ, 23 груд. 2020 р. Київ, 2020. С. 39-41.