

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**КОВАЛЬОВ ВЯЧЕСЛАВ ВІКТОРОВИЧ**

УДК 69.069.7:658.2

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**РОЗВИТОК НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ  
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ ЗМІНОЮ  
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва  
19 - Архітектура та будівництво

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

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



В. В. Ковальов

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий консультант: Седін Володимир Леонідович, доктор технічних  
наук, професор

Дніпро – 2021

## АНОТАЦІЯ

*Ковальов В.В.* Розвиток науково-методологічних основ організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва» (19 – Архітектура та будівництво). – Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Міністерства освіти і науки України, Дніпро, 2021.

Дисертацію присвячено вирішенню науково-прикладної проблеми підвищення ефективності організації та управління процесом комплексної реконструкції міської забудови шляхом розроблення концепції, методів організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення на основі подальшого розвитку інструментарію оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень, що забезпечують підвищення якості реконструкції будівель і споруд при ефективному використанні ресурсів та зниженні несприятливих впливів на довкілля, завдяки врахуванню системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських чинників.

За результатами аналізу і узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду в галузі організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення обґрунтовано необхідність покращення якості проектування на основі врахування умов системного впливу визначальних факторів для мінімізації негативного впливу дестабілізуючих чинників у процесі виконання будівельних робіт.

Для здійснення раціонального організаційно-технологічного

проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення пропонується застосовувати підхід, який ґрунтується на пошуку рішень, що найбільше відповідають бажаним (заданим) техніко-економічним характеристикам (показникам), на основі застосування статистичного моделювання проектів як керованих процесів. Разом із цим при виборі раціонального організаційно-технологічного рішення доцільно враховувати вплив організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, які характеризують специфічні вимоги до якості, енергоефективності, безпечності та екологічності промислових будівель при їх реконструкції зі зміною функціонального призначення.

Оцінювання організаційно-технологічних рішень відносно цих факторів потребує відшукування раціонального значення критерію ефективності управління. Він характеризуватиме якість прийнятого рішення і представлятиме екстремальне значення цільової функції, а також слугуватиме для порівняння альтернативних варіантів і вибору найбільш раціонального з них. З позиції замовника (інвестора) в якості таких критеріїв доцільно розглядати мінімум тривалості та мінімум вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

Запропоновано враховувати вплив таких організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, які відображають специфічні особливості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення та суттєво впливають на рівень досягнення заданого результату проекту, зокрема за критеріями вартості та тривалості виробництва робіт, а саме: фактор технічного стану, фактор стисненості території об'єкту, фактор насиченості території інженерними мережами та умов їх експлуатації, фактор насиченості території інженерними спорудами та умов їх експлуатації, фактор якості, фактор безпечності, фактор енергоефективності, фактор екологічності.

Достатність і суттєвість впливу цих факторів на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції

промислових будівель зі зміною функціонального призначення обґрунтовано результатами експертного опитування.

Для реалізації можливості отримання кількісних значень визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів здійснено їх формалізацію.

Сформовано вибірккову сукупність проектів, яка представлена промислово-складськими будівлями підприємств переважно легкої і харчової промисловості, друкарень тощо; переважно одноповерховими; площею 900–4000 м<sup>2</sup>; з цегляними несучими стінами або самонесучими стінами зі збірних легкобетонних панелей; переважно прямокутної форми у плані.

За результатами моделювання отримані статистично достовірні моделі, які засновані на врахуванні системного впливу визначальних факторів і надають кількісні оцінки рівня досягнення заданого результату на різних етапах організаційно-технологічного проектування.

Запропоновані моделі не протирічають нормативним процедурам розроблення і затвердження проектної документації. Вони створюють передумови для формування проектних і організаційно-технологічних рішень, визначаючи напрямки досягнення поставленої мети, а за умови наявності альтернативних варіантів є науково обґрунтованим інструментарієм вибору раціонального з них за критеріями тривалості та вартості. Застосування розробленого підходу дозволяє досягати раціональних значень прогнозованих показників у конкретних умовах виконання будівельних робіт та в межах заданих ресурсних обмежень. Оперуючи прогнозованими оцінками очікуваних результатів, інвестори мають можливість відкоригувати свої цілі та обрати найбільш раціональний варіант реалізації проекту.

Оцінювання одержаних закономірностей впливу визначальних факторів на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення за критерієм Фішера підтвердило їх адекватність досліджуваному процесу.

При надходженні додаткової інформації, зокрема щодо умов реконструкції та ресурсних обмежень, на наступних етапах очікувані показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення можуть уточнюватися. Наприклад, у разі зміни динаміки інвестицій, умов постачання ресурсів, ринкової кон'юнктури тощо відбуватимуться коригуючі впливи, зокрема у вигляді змін тривалості етапів, що, в свою чергу, позначатиметься на вартості реконструкції.

Ґрунтуючись на виявлених закономірностях впливу визначальних факторів на тривалість і вартість, розроблено методичний підхід до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт. Запропонований методичний підхід враховує існуючі ресурсні обмеження, вимоги до енергоефективності, безпечності, якості та екологічності об'єктів і прийнятний рівень ризику, а також є адаптованим до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах. Такий підхід забезпечує можливість: зменшення підприємницького ризику; врахування особливостей об'єкту реконструкції та умов виробництва робіт; визначення показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення при існуючих ресурсних обмеженнях; розрахунку тривалості та вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення з урахуванням системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів; одержання обґрунтованих значень тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення залежно від наявної вихідної інформації щодо об'єкту та умов реконструкції; уточнення значень показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення на різних

етапах їх життєвого циклу, завдяки коригуванню значень тривалості та вартості реконструкції шляхом варіювання параметрів, які входять до складу визначальних факторів.

Розроблений методичний підхід до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень призначених, перш за все, для замовників, інвесторів, підрядників, органів державного управління і місцевого самоврядування, розробників інвестиційно-будівельних проектів, і може бути застосований зокрема при формуванні договірних відносин, проведенні підрядних торгів, проведенні земельних аукціонів тощо.

Апробація розробленої методики в діяльності проектно-будівельних організацій при організаційно-технологічному проектуванні реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення підтвердила її адекватність досліджуваному процесу.

Ключові слова: організаційно-технологічні рішення, реконструкція, промислова будівля, функціональне призначення, тривалість, вартість, ефективне використання ресурсів, організаційно-технологічні, технічні та управлінські фактори, технічний стан, стисненість, якість, енергоефективність, безпечність, екологічність.

## SUMMARY

*Kovalov V.V.* Development of scientific and methodological bases of organizational and technological designing of reconstruction of industrial buildings with change of functional purpose. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of doctor of technical sciences in specialty 05.23.08 «Technology and organization of industrial and civil engineering» (19 – Architecture and civil engineering). – State higher educational establishment

«Prydniprovskya state academy of civil engineering and architecture» of the Ministry of education and science of Ukraine, Dnipro, 2021.

The dissertation is devoted to the solution of the scientific and applied problem to increase the efficiency of organization and management of the process of complex reconstruction of urban development by developing the concept, methods of organizational and technological designing of reconstruction of industrial buildings with a change in their functional purpose on the basis of further development of the toolkit for evaluation, analysis, substantiation and selection of rational organizational and technological decisions that provide improvement in the quality of reconstruction of buildings and structures in the effective use of resources and reduce adverse environmental impacts, due to the consideration of systematic influences of determining organizational and technological, technical and managerial factors.

According to the results of analysis and generalization of domestic and foreign experience in the field of organizational and technological decisions of reconstruction of industrial buildings with a change in their functional purpose, the need to improve the quality of designing is revealed based on taking into account the conditions of the systemic influence of determining factors to minimize the negative impact of destabilizing factors in process of performing of construction works.

To implement rational organizational and technological designing of reconstruction of industrial buildings with a change of functional purpose, it is proposed to apply an approach based on finding decisions that best meet the desired (given) technical and economic characteristics (indicators), based on statistical modeling of projects as managed processes. At the same time, when choosing a rational organizational and technological decision, it is advisable to take into account the influence of organizational and technological, technical and managerial factors that characterize specific requirements for quality, energy efficiency, safety and environmental friendliness of industrial buildings during the reconstruction with change of functional purpose.

Evaluation of organizational and technological decisions regarding these factors requires finding a rational value of the criterion of management efficiency. It will characterize the quality of the decision and represent the extreme value of the objective function, as well as serve to compare alternatives and choose the most rational of them. From the standpoint of the customer (investor) as such criteria it is advisable to consider the minimum duration and minimum cost of reconstruction of industrial buildings with a change of functional purpose.

It is proposed to take into account the impact of such organizational, technological, technical and managerial factors that reflect the specific features of the reconstruction of industrial buildings with a change of functional purpose and significantly affect the level of achievement of the project result, in particular: factor of technical condition, factor of constraintness of the territory of the object, factor of saturation of the territory by engineering networks and conditions of their operation, factor of saturation of the territory by engineering structures and conditions of their operation, quality factor, safety factor, energy efficiency factor, environmental friendliness factor.

The sufficiency and significance of the influence of these factors on the indicators of efficiency of organizational and technological decisions for the reconstruction of industrial buildings with a change in functional purpose is substantiated by the results of an expert survey.

To realize the possibility of obtaining quantitative values of determining organizational and technological, technical and managerial factors, their formalization was carried out.

A sample of projects has been formed, which is represented by industrial and warehouse buildings of enterprises mainly of light and food industry, printing houses, etc.; mostly single-storey; with an area of 900–4000 m<sup>2</sup>; with brick load-bearing walls or self-load-bearing walls from prefabricated lightweight concrete panels; mostly rectangular in plan.

According to the modeling results, statistically significant models are obtained, which are based on the systemic influence of determining factors and



provide quantitative estimates of the level of achievement of a given result at different stages of organizational and technological designing.

The proposed models do not contradict the regulatory procedures for the development and approval of project documentation. They create the preconditions for the formation of design and organizational and technological decisions, determining the direction of achieving the goal, and in the presence of alternatives are scientifically sound tools for choosing the rational of them in terms of duration and cost. The application of the developed approach allows to achieve rational values of the forecasted indicators in concrete conditions of performance of construction works and under the given resource restrictions. Operating with the projected estimates of expected results, investors have the opportunity to adjust their goals and choose the most rational option for project implementation.

Evaluation of the obtained patterns of influence of determining factors on the duration and cost of reconstruction of industrial buildings with a change of functional purpose according to Fisher's criterion confirmed their adequacy to the studied process.

Upon receipt of additional information, in particular on the conditions of reconstruction and resource constraints, at the next stages the expected indicators of efficiency of organizational and technological decisions for the reconstruction of industrial buildings with a change of functional purpose can be clarified. For example, in the event of changes in investment dynamics, resource supply conditions, market conditions, etc., there will be corrective effects, in particular in the form of changes in the duration of stages, which, in turn, will affect the cost of reconstruction.

Based on the identified patterns of influence of determining factors on the duration and cost, developed a methodical approach to assessing the conditions of reconstruction of industrial buildings with a change in their functional purpose and substantiation of the effectiveness of organizational and technological decisions for construction work. The proposed methodological approach takes into account the existing resource constraints, requirements for energy efficiency, safety, quality

and environmental friendliness and an acceptable level of risk, and is adapted to the conditions of stability of slopes and the stability of buildings located on slopes. This approach provides an opportunity to: reduce business risk; taking into account the features of the object of reconstruction and the conditions of work; determination of indicators of efficiency of organizational and technological decisions of reconstruction of industrial buildings with change of their functional purpose at existing resource restrictions; calculation of the duration and cost of reconstruction of industrial buildings with a change in their functional purpose, taking into account the systemic impact of determining organizational, technological, technical and managerial factors; obtaining reasonable values of duration and cost of reconstruction of industrial buildings with a change in their functional purpose depending on the available source information about the object and the conditions of reconstruction; clarification of the values of efficiency indicators of organizational and technological decisions for the reconstruction of industrial buildings with a change in functional purpose at different stages of their life cycle, by adjusting the values of duration and cost of reconstruction by varying the parameters that are part of the determining factors.

The developed methodical approach to an estimation of conditions of reconstruction of industrial buildings with change of their functional purpose and the substantiation of efficiency of organizational and technological decisions is intended, first of all, for customers, investors, contractors, public administration and local government, developers of investment and construction projects, used in particular in the formation of contractual relations, conducting contract bidding, conducting land auctions, etc.

Approbation of the developed technique in the activity of design and construction organizations in organizational and technological designing of reconstruction of industrial buildings with a change of functional purpose confirmed its adequacy to the studied process.

Keywords: organizational and technological decisions, reconstruction, industrial building, functional purpose, duration, cost, efficient use of resources,

organizational and technological, technical and managerial factors, technical condition, constraintness, quality, energy efficiency, safety, environmental friendliness.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

### *Монографія*

1. Планування розміщення і організація будівництва та реконструкції об'єктів доступного житла з урахуванням містоформуючих особливостей територій великих міст: монографія / Кравчуновська Т.С., Броневицький С.П., Ковальов В.В., Данилова Т.В., Ткач Т.В. Дніпро: Літограф, 2019. 228 с.

### *Статті у наукових фахових виданнях України*

2. Кравчуновська Т.С., Броневицький С.П., Разумова О.В., Ковальов В.В. Аналіз ресурсів для потенційної вторинної забудови та комплексної реконструкції міських територій. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. Днепропетровск: ГВУЗ «ПГАСА», 2016. Вып. 91. С. 70–76.

3. Сєдін В.Л., Кравчуновська Т.С., Броневицький С.П., Ковальов В.В. Стан і проблеми розвитку та використання територій промислових і складських підприємств. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Стародубовские чтения. Днепр: ГВУЗ «Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры», 2017. Вып. 96. С. 139–144.

4. Кравчуновська Т.С., Броневицький С.П., Ковальов В.В., Заяць Є.І. Особливості реконструкції промислових підприємств із урахуванням містобудівної цінності території. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Создание высокотехнологических экокомплексов в Украине на основе концепции сбалансированного (устойчивого) развития.

Днепр: ГВУЗ «Придніпр. гос. академия стр-ва и архитектуры», 2017. Вып. 99. С. 101–106.

5. Сєдін В.Л., Ковальов В.В., Кравчуновська Т.С. Комплексний підхід до організації реконструкції промислових підприємств в умовах екологізації міського середовища. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении. Днепр: ГВУЗ ПГАСА, 2017. Вып. 101. С. 198–202.

6. Сєдін В.Л., Ковальов В.В., Кравчуновська Т.С. Розвиток методів оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2017. № 2. С. 49–54. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

7. Ковальов В.В. Обґрунтування доцільності функціонального переосвоєння територій великих міст. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2017. № 4. С. 71–76. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

8. Ковальов В.В., Кулещак З.П. Специфіка редевелопменту нераціонально використовуваних промислових територій. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2017. № 5. С. 69–74. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

9. Ковальов В.В. Принципи формування множини факторів, які впливають на техніко-економічні показники проектів реконструкції промислових підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2017. № 6. С. 72–77. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

10. Ковальов В.В. Кластерний підхід до організації управління проектами реконструкції промислових підприємств. *Науковий вісник*

*будівництва*. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2018. Т. 91, №. 1. С. 100-107. DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-100-107.

11. Ковальов В.В., Броневицький С.П. Розвиток об'єктів громадського обслуговування при редевелопменті промислових територій. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Стародубовские чтения. Днепр: ГВУЗ «Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры», 2018. Вып. 104. С. 160–165.

12. Кравчуновська Т.С., Ковальов В.В., Броневицький С.П., Нечепуренко Д.С. Реконструкція промислових підприємств із застосуванням прогресивних організаційних форм. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2018. № 1. С. 19–26. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.170118.19.36 (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

13. Zaiats Ye.I., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S., Kirnos O.V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. № 2 (164). P. 123–129. DOI: 10.29202/nvngu/2018-2/24 (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus).

14. Ковальов В.В., Броневицький С.П. Планування заходів щодо модернізації промислових об'єктів при комплексній реконструкції міської забудови. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. Київ: Тавр. нац. ун-т ім. В.І. Вернадського, 2018. Т. 29 (68), № 2. С. 320-323.

15. Ковальов В.В. Організація модернізації транспортно-дорожньої інфраструктури при комплексній реконструкції міської забудови. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2018. Т. 92, №. 2. С. 167–172. DOI: 10.29295/2311-7257-2018-92-2-167-172.

16. Ковалев В.В., Кирнос О.В. Современные подходы к предварительной оценке инвестиционно-строительных проектов с учетом

стохастичности процессов. *Нові технології в будівництві*. Київ: НДІБВ, 2018. № 34. С. 39–42.

17. Ковальов В.В. Науково обґрунтований підхід до економічної та соціально прийнятної реконструкції депресивних промислових територій і підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2018. № 3. С. 74–80. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.250918.74.199> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

18. Чернишев Д.О., Заяць Є.І., Ковальов В.В. Вимоги до інструментарію організаційно-технологічного супроводу проектів біосферосумісного будівництва. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2018. № 4. С. 48–55. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.48.310> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

19. Ковальов В.В., Данилова Т.В., Єпіфанцева С.В. Систематизація організаційно-технологічних та інших факторів, які впливають на вартість будівництва об'єктів, з урахуванням вимог щодо їх енергоефективності і екологічності. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2018. № 6. С. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.261218.57.448> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

20. Ковальов В.В., Кравчуновська Т.С., Данилова Т.В., Єпіфанцева С.В. Формування вимог до об'єктів будівництва протягом їх повного життєвого циклу. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Київ: КНУБА, 2019. Вип. 39, ч. 1. С. 179–186.

21. Ковальов В.В., Броневицький С.П., Протасова Є.В. Розвиток будівельного комплексу з урахуванням завдань ревіталізації та реконструкції деградованих об'єктів. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2019. № 1. С. 19–32. DOI:

<https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.260319.19.402> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

22. Sedin V.L., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S., Nechepurenko D.S. Trends and approaches to reorganization of urban environment. *Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво*. Полтава: ПолтНТУ, 2019. Вип. 1 (52)'2019. С. 179–184. DOI: <https://doi.org/10.26906/znp.2019.52.1694>.

23. Ковальов В.В. Дослідження впливу визначальних факторів на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Серія: Технічні науки. Київ: КНУБА, 2020. Вип. 43. С. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2020.43.23-31>.

24. Ковальов В.В. Розроблення програмного комплексу розрахунку стійкості розташованих поруч зі схилами промислових будівель для їх реконструкції. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2020. № 1. С. 49–58. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.49.610> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

25. Kravchunovska T., Zaiats Ye., Kovalov V., Nechepurenko D., Kirnos K. Choosing the rational management of high-rise building construction projects. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 3, No. 3 (105) (2020): Control Processes. P. 24–33. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.205135 (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus).

### ***Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації***

26. Кравчуновська Т.С., Седін В.Л., Ковальов В.В. Обґрунтування доцільності реконструкції будівель промислових підприємств на основі концепції сталого розвитку міст. *Ефективні технології в будівництві: тези доповідей II Міжнар. наук.-техн. конф., 6–7 квітня 2017 р. Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. С. 124–125.*

27. Ковальов В.В. Розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури при реконструкції промислових підприємств. *Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві*: тези доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф., 21–22 березня 2018 р. Харків: ФОП Бровін О.В., 2018. С. 23–24.

28. Ковальов В.В. Теоретичні аспекти організації реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення. *Ефективні технології в будівництві*: тези доп. III Міжнар. наук.-техн. конф., 28–29 березня 2018 р. Київ: Видавництво Ліра-К, 2018. С. 83–84.

29. Ковальов В.В., Мороз П.В. Організація ревіталізації промислових будівель. *Проблеми будівництва, водокористування та екології*: тези доп. Всеукр. 79 наук.-практ. конф. студ. та молод. вчених, 25–31 березня 2019 р. Дніпро: Дніпровськ. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2019. С. 74–75.

30. Kovalov V., Moroz P., Shashkina N. Reconstruction of industrial buildings as territorial resources for further urban development. *Наука і техніка: перспективи XXI століття*: тези доп. Міжвуз. наук.-практ. конф. молод. вчених, 18 квітня 2019 р. Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2019. С. 70–71.

31. Ковальов В.В. Чинники, що характеризують особливості виробництва робіт в умовах реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. *Інноваційні технології у будівництві, цивільній інженерії та архітектурі*: тези доп. XVIII Міжнар. наук.-практ. конф., 26 листопада 2020 р. Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2020. С. 78–79.

***Наукові праці, які додатково відображають наукові результати  
дисертації***

32. Ковальов В. Аналіз сучасної практики організації та управління реконструкцією промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення. *Theoretical Foundations of Civil Engineering*. Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2017. Vol. 24. P. 63–70.



## ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1 Проблеми організації реконструкції промислових будівель в Україні та шляхи їх вирішення.....	31
1.1 Аналіз існуючого стану використання промислових територій та обґрунтування перспективних напрямків їх розвитку .....	31
1.2 Систематизація світового досвіду реконструкції промислової забудови та обґрунтування доцільності його застосування при розробленні і реалізації інвестиційно-будівельних проектів в умовах українського редевелопменту .....	38
1.3 Особливості промислових будівель та робіт із їх реконструкції.....	47
1.4 Аналіз принципів і методів формування, оцінювання, обґрунтування та вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель.....	60
Висновки до розділу 1. Постановка мети і завдань дослідження.....	69
РОЗДІЛ 2 Розвиток концептуальних положень організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення .....	75
2.1 Основні положення концепції організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення .....	75
2.2 Вибір і обґрунтування доцільності застосування методів дослідження та оброблення результатів .....	87
Висновки до розділу 2.....	96
РОЗДІЛ 3 Прогнозування територій пріоритетного оновлення та реконструкції.....	98
3.1 Розвиток об'єктів соціальної інфраструктури при реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.....	103

	18
3.2 Розвиток транспортної інфраструктури при реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.....	108
3.3 Реконструкція промислових об'єктів із застосуванням прогресивних організаційних форм .....	115
Висновки до розділу 3.....	129
РОЗДІЛ 4 Формування множини факторів, що здійснюють визначальний вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.....	132
4.1 Формування вимог до промислових об'єктів протягом їх життєвого циклу .....	132
4.2 Обґрунтування множини організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, що здійснюють визначальний вплив на техніко-економічні показники реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення .....	136
4.3 Формалізація організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, що здійснюють визначальний вплив на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.....	152
Висновки до розділу 4.....	162
РОЗДІЛ 5 Дослідження впливу визначальних факторів на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення.....	165
5.1 Характеристика вибіркової сукупності проектів реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення .....	165
5.2 Виявлення однофакторних залежностей тривалості реконструкції промислових будівель від визначальних факторів .....	167
5.3 Виявлення багатфакторних залежностей тривалості реконструкції промислових будівель від визначальних факторів .....	177
Висновки до розділу 5.....	190

РОЗДІЛ 6 Дослідження впливу визначальних факторів на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення.....	192
6.1 Виявлення однофакторних залежностей вартості реконструкції промислових будівель від визначальних факторів .....	192
6.2 Виявлення багатофакторних залежностей вартості реконструкції промислових будівель від визначальних факторів .....	211
Висновки до розділу 6.....	218
РОЗДІЛ 7 Обґрунтування і вибір організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення з урахуванням впливу визначальних факторів, прийнятного рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах .....	220
7.1 Методичний підхід до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт .....	220
7.1.1 Основні положення методики оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт .....	220
7.1.2 Адаптація змісту моделей обґрунтування організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах .....	229
7.1.3 Оцінювання рівня ризику проекту при прийнятті рішень в умовах мінливого зовнішнього середовища.....	255
7.2 Програмна реалізація моделей обґрунтування раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення .....	276
Висновки до розділу 7.....	284

	20
ВИСНОВКИ .....	287
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	291
ДОДАТОК А Перспективи розвитку та використання промислових територій (на прикладі м. Київ).....	327
ДОДАТОК Б Акти впровадження результатів дослідження .....	335
ДОДАТОК В Результати виявлення і розрахунку залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення від визначальних факторів.....	341
ДОДАТОК Г Текст програми OTCOS 3 .....	373
ДОДАТОК Д Список публікацій здобувача за темою дисертації .....	396

## ВСТУП

**Сутність науково-прикладної проблеми,** яка розглядається в роботі, полягає в підвищенні ефективності організації та управління процесом комплексної реконструкції міської забудови шляхом розроблення концепції, методів організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення на основі подальшого розвитку інструментарію оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень, що забезпечують підвищення якості реконструкції будівель і споруд при ефективному використанні ресурсів та зниженні несприятливих впливів на довкілля, завдяки врахуванню системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських чинників.

**Актуальність теми.** Одним із базових принципів концепції сталого розвитку населених пунктів [7], що передбачає досягнення економічного розвитку у взаємозв'язку з одночасним вирішенням екологічних проблем, є важливість раціонального використання території та формування ефективної політики створення багатофункціональних зон.

Подальший розвиток міст зазвичай пов'язаний із потребою в територіальних ресурсах, але на сьогодні в багатьох містах України територіальні резерви вичерпані.

Також забезпеченню сталого розвитку перешкоджають хронічні проблеми, властиві багатьом містам України, зокрема проблема функціонування промислових підприємств, розташованих у межах міст.

У зв'язку з фінансово-економічною кризою багато промислових підприємств України припинили свою діяльність або суттєво зменшили обсяги виробництва через скорочення ринків збуту продукції. Отже, для підвищення рентабельності забудови території необхідно проаналізувати альтернативні варіанти використання земельних ділянок: знесення

занедбаних підприємств та будівництво нових об'єктів; реконструкція будівель і споруд промислових підприємств.

Таким чином, на сьогодні забезпечення сталого розвитку міст України неможливе без вирішення проблем реструктуризації та якісного оновлення промислового виробництва, реконструкції деградованих міських територій, зайнятих занедбанними будівлями і спорудами промислових та складських підприємств. При цьому необхідно застосовувати системний підхід, який передбачає не лише реконструкцію будівель і споруд промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення, за умови, що це технічно можливо, юридично обґрунтовано та економічно доцільно, але й розвиток об'єктів інфраструктури. В такому випадку реконструкція промислових будівель і споруд дозволить вирішити низку соціально-економічних проблем, зокрема створення нового житла, розвитку соціальної та інженерної інфраструктури, створення нових робочих місць, а також забезпечить можливість підвищення вартості відповідних земельних ділянок із розташованими на них об'єктами нерухомості для їх власників.

Крім того, сучасні концепції сталого розвитку і компактних міст [7, 51, 99, 188, 214, 291, 292] визначають тенденції підвищення ефективності використання всіх видів ресурсів із одночасним забезпеченням вимог щодо якості, енергоощадності, економічності, безпечності та екологічності будівель.

Проте на сьогодні відсутній єдиний підхід як до розроблення та обґрунтування організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, так і до врахування факторів впливу та вибору критерію ефективності управління.

Отже, розвиток науково-методологічних основ організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення є актуальною науково-прикладною проблемою.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертація виконувалася відповідно до Закону України «Про індустриальні парки» від 21 червня 2012 р. № 5018-VI, Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII, Постанови Верховної Ради України «Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів» від 24 грудня 1999 р. № 1359-XIV, Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної програми розвитку внутрішнього виробництва» від 12 вересня 2011 р. № 1130, Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року» від 6 серпня 2014 р. № 385, Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021–2027 роки» від 5 серпня 2020 р. № 695, Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Програми розвитку інвестиційної та інноваційної діяльності в Україні» від 02 лютого 2011 р. № 389.

Наукові дослідження, викладені в дисертації, виконані згідно з напрямками наукової діяльності кафедри інженерної геології і геотехніки та кафедри планування і організації виробництва Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», відповідно до тематичних планів науково-дослідних робіт: «Удосконалення методів обґрунтування тривалості і вартості реконструкції та вторинної забудови житлових мікрорайонів на основі оптимізації послідовності освоєння об'єктів» (державний реєстраційний № 0116U004536, рівень участі дисертанта – виконавець), «Удосконалення методів розрахунку напружено-деформованого стану основ фундаментів будівель і споруд у складних інженерно-геологічних умовах» (державний реєстраційний № 0116U000776, рівень участі дисертанта – виконавець).

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розроблення наукових положень, методичних підходів та практичних рекомендацій щодо оцінювання, аналізу, обґрунтування та вибору

організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, які забезпечують підвищення якості реконструкції будівель і споруд при ефективному використанні ресурсів та зниженні несприятливих впливів на довкілля, завдяки врахуванню системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських чинників.

Сформульована мета дисертації зумовила необхідність вирішення таких завдань:

- аналіз і узагальнення методологічних підходів і результатів досліджень у галузі проектування, реконструкції та експлуатації промислових будівель;

- розроблення наукових положень організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення з забезпеченням їх енергоефективності, безпечності, якості та екологічності;

- виявлення, систематизація і формалізація факторів, які характеризують специфічні вимоги до енергоощадності, безпечності, якості та екологічності промислових будівель при їх реконструкції і подальшій експлуатації та здійснюють суттєвий вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень;

- дослідження системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення;

- розроблення методу оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення;

- розроблення методики оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних



робіт при існуючих ресурсних обмеженнях із урахуванням вимог до енергоефективності, безпеки, якості та екологічності об'єктів і прийняттого рівня ризику, адаптованої до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах;

– впровадження результатів дослідження у практику організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення.

**Об'єкт дослідження:** організаційно-технологічні і управлінські процеси реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення в умовах міської забудови з урахуванням системного впливу визначальних факторів.

**Предмет дослідження:** закономірності, що виникають при управлінні ресурсами у процесі реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення.

**Методи дослідження:**

– аналіз і узагальнення світового досвіду, законодавчих актів та нормативних документів, методичних підходів до організації і управління реконструкцією промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення (для обґрунтування актуальності дослідження, постановки мети і завдань дослідження);

– методи системного аналізу, формалізація, аналіз та синтез (для формування передумов, обмежень і гіпотез, прийнятих при розробленні методу та методики);

– методи експертних оцінок (для оцінювання компетентності експертів; обґрунтування чисельності експертної групи; відбору факторів, що здійснюють визначальний вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, а також визначення їх кількісних значень);

– методи теорії ймовірностей та математичної статистики, кореляційного і регресійного аналізу (для визначення ступеня узгодженості

думок експертів; збирання, оброблення та аналізу вихідних даних, виявлення закономірностей впливу визначальних факторів на досліджувані показники, обґрунтування достовірності отриманих результатів);

– математичне моделювання (для розроблення методичного підходу до оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення);

– методи планування експерименту, методи організаційно-технологічного моделювання, теорія прийняття рішень (для розроблення методики оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт).

#### **Наукова новизна отриманих результатів:**

– дістали подальший розвиток наукові положення оцінювання, аналізу, обґрунтування та вибору організаційно-технологічних рішень, адаптовані до умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення;

– дістала подальший розвиток система організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, які впливають на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, а саме: технічного стану будівлі, стисненості території об'єкта реконструкції, насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації, насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації, якості будівлі, енергоефективності будівлі, безпечності будівлі, екологічності будівлі;

– вперше виявлено закономірності впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів на прогнозовані тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення;

– дістав подальший розвиток метод оцінювання, аналізу, обґрунтування та вибору раціональних проектних і організаційно-технологічних рішень, адаптований до умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, розташованих у межах міської забудови, який дозволяє досягати кращих значень прогнозованих техніко-економічних показників із урахуванням вимог щодо якості, енергоефективності, безпеки та екологічності.

#### **Практичне значення отриманих результатів:**

– розроблено методику оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт при існуючих ресурсних обмеженнях, що враховує вимоги до енергоефективності, якості, безпеки та екологічності об'єктів і прийнятний рівень ризику, адаптовану до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах;

– розроблено алгоритм і програмне забезпечення розрахунку показників ефективності організаційно-технологічних рішень на основі додатку Microsoft Access із застосуванням виявлених закономірностей впливу організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення;

– використані Комунальною організацією «Інститут Генерального плану м. Києва» при проектуванні детальних планів територій комплексної реконструкції мікрорайонів застарілої забудови з розміщенням нової забудови, а також окремих об'єктів міста Києва;

– застосовані Приватним акціонерним товариством «Науково-виробниче об'єднання «Созидатель» при оцінюванні інвестиційної привабливості проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. Запропоновані залежності тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального

призначення від визначальних організаційно-технологічних факторів використані для аналізу проектних рішень та оцінювання потреби в інвестиційних ресурсах. Використання цих результатів дозволить скоротити терміни реконструкції на 5–7 %, знизити вартість робіт на 3–5 % завдяки вибору раціональних організаційно-технологічних рішень;

– використані Товариством з обмеженою відповідальністю «Виробничо-комерційне підприємство «ПРОММОНТАЖ-РЕКОНСТРУКЦІЯ». Розроблені пропозиції щодо прогнозування показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення з урахуванням комплексного впливу факторів, що відображають вимоги до об'єктів реконструкції, характеризують рівень стисненості території і визначають специфіку виконання будівельних робіт, добре адаптовані до оцінювання стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах, застосовувались для варіантного проектування та обґрунтування інвестиційних проектів, розроблення і оцінювання пропозицій при проведенні підрядних торгів. Зазначені пропозиції є надійним інструментом прийняття рішень на різних етапах організаційно-технологічного проектування, оскільки дозволяють більш об'єктивно визначати способи вирішення завдання організації реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення завдяки відповідності конкретним умовам виконання робіт і можливості оперативного регулювання показників у разі зміни динаміки інвестицій, умов постачання ресурсів, ринкової кон'юнктури;

– застосовані управлінням містобудування та архітектури Кам'янської міської ради при коригуванні генерального плану м. Кам'янське Дніпропетровської області. Запропоновані рекомендації щодо обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень дають можливість прийняти дієві раціональні рішення на ранніх етапах реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального

призначення, зокрема під житлову та громадську забудову;

– впроваджені в навчальний процес Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» при підготовці магістрів та аспірантів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

**Особистий внесок здобувача** в наукових працях, опублікованих у співавторстві, полягає в:

– аналізі існуючого стану використання промислових будівель і обґрунтуванні перспективних напрямків їх подальшої експлуатації [135; 158; 239; 241; 299];

– систематизації світового досвіду реконструкції промислової забудови та обґрунтуванні доцільності його застосування при розробленні і реалізації інвестиційно-будівельних проектів в умовах вітчизняного редевелопменту [141; 207; 310];

– аналізі методологічних підходів до оцінювання, аналізу, обґрунтування та вибору організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення [142; 161; 240];

– розвитку концептуальних положень організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення [157];

– прогнозуванні територій пріоритетного оновлення та реконструкції [134; 136; 159];

– формуванні системи факторів, що здійснюють визначальний вплив на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення [137; 140; 268; 300];

– розробленні методики оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт при існуючих ресурсних обмеженнях із урахуванням вимог до якості,

енергоефективності, безпечності та екологічності об'єктів і прийнятного рівня ризику, адаптованої до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах [132; 317].

**Апробація матеріалів дисертації.** Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідались та одержали позитивні оцінки на науково-практичних конференціях: науково-технічних конференціях «Стародубовські читання» (м. Дніпро, 2017–2019 рр.), II, III Міжнародних науково-технічних конференціях «Ефективні технології в будівництві» (м. Київ, 6–7 квітня 2017 р., 28–29 березня 2018 р.), VII Міжнародній науково-практичній конференції «Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві» (м. Харків, 21–22 березня 2018 р.), Всеукраїнській 79 науково-практичній конференції студентів та молодих вчених «Проблеми будівництва, водокористування та екології» (м. Дніпро, 25–31 березня 2019 р.), Міжвузівській науково-практичній конференції молодих вчених «Наука і техніка: перспективи XXI століття» (м. Дніпро, 18 квітня 2019 р.), XVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології у будівництві, цивільній інженерії та архітектурі» (м. Дніпро, 26 листопада 2020 р.).

**Публікації.** Основні положення, результати та висновки дисертаційної роботи відображені в 32 друкованих працях, а саме: 1 монографії, 25 статтях, з яких 24 – у наукових фахових виданнях України (з них 2 – у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Scopus, 10 – у виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus), 6 працях апробаційного характеру.

**Структура та обсяг дисертації.** Робота складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел та п'яти додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи – 401 сторінка, у тому числі обсяг основного тексту – 265 сторінок (11,1 авторських аркушів). Дисертація містить 96 таблиць, 44 рисунки. Список використаних джерел включає 318 найменувань на 36 сторінках. Додатки викладено на 75 сторінках.

## РОЗДІЛ 1

### ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

#### **1.1 Аналіз існуючого стану використання промислових територій та обґрунтування перспективних напрямків їх розвитку**

Кількість вільних територій, придатних для подальшого розвитку міст, зокрема для будівництва об'єктів різного функціонального призначення, вкрай обмежена. В той же час значна частина територій майже всіх функціональних зон використовується неефективно.

За результатами аналізу особливостей функціонування промислових підприємств найкрупніших і крупних міст [17] України (Києва, Дніпра, Харкова, Одеси, Львова, Запоріжжя, Кривого Рогу) [55, 59, 60, 61, 62, 154, 176, 265] в умовах динамічного конкурентного середовища виявлено, що близько половини підприємств мають застарілі та зношені основні виробничі фонди, продукція багатьох не користується попитом, приміщення здаються в оренду, значні території зайняті відходами і шкідливими речовинами, які є екологічно небезпечними, низький технологічний рівень виробництва, слабку науково-технічну сферу, скорочення пропозицій трудових ресурсів.

Промисловість із 1990 р. мала тенденцію до зниження обсягів виробництва, що пов'язано з трансформаційними процесами у національній економіці, докорінними змінами в структурі попиту на промислову продукцію [8]. Спад промислового виробництва було призупинено лише в 1999 р.

Криза 2008-2009 рр. значно скоротила промислове виробництво в різних галузях промисловості, особливо пов'язаних із будівництвом.

Тільки в 2010 р. зафіксований приріст промислового виробництва, який проте не компенсував кризового спаду.

Проте економічна криза 2014 р., зумовлена зокрема військовим конфліктом на Сході України, призвела до скорочення промислового виробництва, падіння реального валового внутрішнього продукту, різкого скорочення інвестицій [85, 86, 87].

В результаті цих процесів багато промислових підприємств, знизивши обсяги виробництва у десятки разів, продовжують займати великі земельні ділянки, мати значні виробничі площі та потужності, які не використовуються в інтересах міста та держави, і тому вони або простоюють, або здаються в оренду під склади та інші цілі, не пов'язані з промисловим виробництвом.

Серед основних причин, що призвели до падіння обсягів промислового виробництва, слід виділити такі:

- глибокі структурні диспропорції – значна частка припадає на матеріало-, енерго- та трудомісткі виробництва;
- збільшення тарифів на енергоресурси;
- відсутність фінансової підтримки держави;
- великі витрати на новації та тривалий термін їх окупності;
- скорочення внутрішнього споживання продукції, замовлень і попиту;
- криза банківського сектору (збільшення процентних ставок за кредитами);
- скорочення експортних поставок;
- відсутність вільних обігових коштів;
- низька інноваційна активність підприємств щодо впровадження нових технологій, модернізації виробництва і освоєння випуску нової конкурентоспроможної продукції;
- нерозвиненість інституту трансферу передових наукових розробок у виробництво, відсутність ринку готових до впровадження високотехнологічних конкурентних продуктів, недостатність інформаційних ресурсів (доступних банків даних, цільових виставкових заходів);



- низький рівень продуктивності праці;
- відсутність на більшості промислових підприємств стратегічних планів розвитку;
- низькі темпи оновлення основних виробничих фондів і технологій на більшості промислових підприємств.

Основними причинами, що обумовлюють низьку ефективність діяльності промислового комплексу міст, є:

- уповільнений процес структурної перебудови промисловості в частині залучення потенціалу науки і організацій, розташованих на території міст, та формування на цій основі високотехнологічних наукомістких виробництв;
- високий рівень зносу основних фондів (моральний та фізичний) у більшості галузей промисловості, значне відставання стану основних фондів від технологічного рівня розвинених країн, середній відсоток їх зношеності становить близько 50 %, а у виробництві та розподіленні електроенергії, газу, тепла та води – близько 60 %;
- недостатня ефективність виробничої діяльності більшості українських підприємств пов'язана з високим рівнем енерговитратності виробничих процесів, недостатнім рівнем кваліфікаційної підготовки, в тому числі управлінського персоналу підприємств, які виявляють непристосованість до роботи в умовах ринкової економіки.

З позиції поліпшення екологічного стану навколишнього природного середовища, відтворення природно-ресурсного потенціалу міст також доцільно перебазувати, перепрофілювати або ліквідувати деякі промислові підприємства.

Проведений аналіз сучасного стану промислових підприємств свідчить, що на сьогодні частина цих підприємств припинила виробничу діяльність із зміною цільового призначення земельних ділянок під громадську або житлову забудову, інша частина припинила виробничу діяльність, проте цільове призначення земельних ділянок не змінено за відсутністю

інвестиційної ініціативи, потрібні заходи з санації територій, окремі підприємства припинили виробничу діяльність, деякі знаходяться в стадії реструктуризації.

Якщо розглядати промислові утворення в розрізі їх спеціалізації та за видами промислової діяльності, то можна відзначити такі:

- промислові райони, які мають багатогалузеву структуру;
- промислові райони, що орієнтовані на окремі види діяльності (машинобудування, виробництво неметалевих мінеральних виробів, виробництво і розподілення тепла та електроенергії, обслуговування транспорту тощо);
- комунально-складські промислові райони з окремим включенням промислових підприємств.

Аналіз використання територій у промислових утвореннях показав, що значна частина промислових територій забудована і використовується недостатньо ефективно та потребує перетворення або реструктуризації у відповідності до нових тенденцій, а також із метою зменшення екологічного навантаження на міста.

Для реструктуризації з метою розміщення на вивільнених ділянках нового житлового і цивільного будівництва рекомендуються такі території промислових утворень, які, з одного боку, планувально можуть бути включені в сельбищні зони міст, а з іншого – ті, що недостатньо ефективно використовуються, або розміщені з порушенням санітарно-гігієнічних нормативів.

Для багатофункціонального використання доцільно передбачати території, що прилягають до магістралей і транспортних вузлів загальноміського значення, а також ті підприємства, необхідність реструктуризації яких обумовлена їх сьогоdnішнім станом.

Значним недоліком функціонального розміщення промислових зон у структурі міст є їх безпосередній вихід на прибережну смугу.

Забудова територій промислових підприємств, яка велась протягом 60-90 рр. ХХ століття, як правило, відповідає нормативним показникам ефективності використання території.

Проте значна частина промислових територій забудована і використовується недостатньо ефективно та потребує реконструкції або реструктуризації.

Найбільш ефективно використовуються території підприємствами целюлозно-паперового виробництва та видавничої діяльності, харчової, хімічної та нафтохімічної промисловості.

В той же час у таких галузях, як машинобудування, легка та деревообробна промисловість, показники ефективності використання території в 3-5 разів нижчі, ніж у інших галузях.

Необхідно відмітити, що недостатня ефективність використання промислових територій обумовлюється такими причинами:

- низьким рівнем проектних рішень (мала поверховість забудови, відсутність блокування, невикористання підземного простору і рельєфу, розосередженість забудови);
- відведенням земель без належного техніко-економічного обґрунтування, врахування черговості забудови, наявності фінансування;
- відсутністю до недавнього часу дієвих економічних стимулів раціонального використання земель;
- невідповідністю структури виробництва сьогоdnішнім вимогам, спадом виробництва, в зв'язку з чим значна частина земельних ділянок, які раніше використовувалися достатньо ефективно, сьогодні не дають відповідної віддачі.

Вищенаведені недоліки в територіальній організації промислового комплексу визначають доцільність реконструкції та реструктуризації промислових територій.

Деградовані індустріальні зони промислових підприємств можна розглядати як основний реальний ресурс для потенційної вторинної забудови та комплексної реконструкції на наступні роки.

Реструктуризація промислових територій, реконструкція, технічне переозброєння та перепрофілювання промислових підприємств повинні забезпечувати:

1. Підвищення ефективності використання земельних ресурсів промислових територій за рахунок:

- ущільнення забудови, при необхідності зі знесенням морально та фізично застарілих будівель і споруд;
- максимального застосування принципу укрупнення та блокування споруд;
- активного освоєння підземного простору;
- підвищення поверховості забудови;

2. Усунення недоліків планувальної структури забудови, чітке функціональне зонування різних технологічних зон всередині підприємства та необхідні реконструктивні заходи для забезпечення сумісності з навколишньою забудовою. Зокрема, одним із важливих аспектів реконструкції підприємств, які розташовані вздовж залізниць, є необхідність упорядкування їх планувальної структури з формуванням «двофасадного» композиційного рішення шляхом поетапної заміни некапітальної забудови допоміжних і складських споруд, які орієнтовані на залізницю, новими спорудами та будівлями багатофункціонального призначення. Це пов'язано з тим, що третина підприємств розміщена вздовж залізничних колій, а також тим, що в сьогоденні умовах залізниця в значній мірі приймає на себе функцію міського транспорту зі значними людино-потоками;

3. Переоснащення будинків і споруд, а також інженерної інфраструктури з метою зменшення енергетичних втрат (утеплення стін, заміна вікон, встановлення регулюючих приладів, утилізація тепла тощо);

4. Застосування при новому будівництві та реконструкції сучасних прогресивних проектних рішень і матеріалів, які повинні забезпечити виразність та архітектурну якість забудови, її індустріальність, зменшення матеріалоємності і вартості будівництва;

5. Підвищення благоустрою та озеленення територій з формуванням зон відпочинку на підприємствах, а також зелених зон загального користування, насиченням місць концентрації людей (передзаводські зони, зупинки транспорту та ін.) малими архітектурними формами, об'єктами обслуговування населення;

6. Підвищення архітектурної виразності забудови за рахунок формування відповідних містобудівних акцентів різного масштабу, реконструкції та оновлення фасадів із залученням засобів реклами та освітлення.

Таким чином, збалансований розвиток міст України на сьогодні неможливий без реконструкції міських територій, зокрема деградованих територій, зайнятих занедбаними будівлями і спорудами промислових підприємств, у тому числі тих, що розташовані на схилах або поблизу схилів, на основі принципів екологізації будівельного виробництва [135, 158, 161, 241]. Актуальність процесу реконструкції вже нефункціонуючих промислових підприємств, які розміщені в межах міст, обумовлена протиріччями між потребами суспільства та структурою міського середовища, яка склалася, і являє собою реконструкцію промислових об'єктів із зміною їх функцій (наприклад, перетворення приміщень колишніх промислових будівель на сучасні лофти тощо) [89, 141, 170, 216, 225, 267, 289, 293, 294, 298, 303, 306]. При цьому радикальність змін міського середовища в процесі реконструкції залежить від історико-культурної цінності об'єктів. Деградовані промислові об'єкти мають значний потенціал для реконструкції. Адже поява невикористовуваних земельних ділянок, розташованих у межах міста, та наявність на них фонду будівель і споруд відкриває широкі можливості для використання.

## 1.2 Систематизація світового досвіду реконструкції промислової забудови та обґрунтування доцільності його застосування при розробленні і реалізації інвестиційно-будівельних проектів в умовах українського редевелопменту

У світовій практиці сформувалися різні підходи і тенденції перетворення промислової забудови, сутність яких, залежно від ступеня та напрямку зміни об'єктів, представлено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Підходи до визначення сутності перетворення промислової забудови

Терміни	Значення
1	2
Реконструкція	Перебудова введеного в експлуатацію в установленому порядку об'єкта будівництва: зміна його геометричних розмірів і/або функціонального призначення, в результаті чого відбувається зміна основних техніко-економічних показників, забезпечується поліпшення умов експлуатації та якості послуг. Передбачає повне або часткове збереження елементів несучих і огорожувальних конструкцій [310]
Реновація	Процес відновлення структури і вигляду пошкоджених історичних містобудівних споруд, фасадів та інтер'єрів морально і матеріально застарілих будівель [307]
Джентрифікація	Реконструкція та оновлення будівель у раніше нефешенебельних міських кварталах, або відповідно до програми запланованого міського відновлення, або в

Завершення таблиці 1.1

1	2
	результаті рішень, прийнятих професіоналами і керуючими, внаслідок чого відбувається підвищення середнього рівня доходів населення району за рахунок залучення більш заможних мешканців [313]
Браунфілд	Вид реорганізації міських промислових зон, який являє собою створення індустріальних парків на раніше існуючих виробничих майданчиках (колишніх заводах, фабриках, цехах, портових доках). Як правило, в таких місцях вже є будови, які в подальшому реконструюють, добудовують, зазвичай є відповідна інфраструктура, комунікації і готові складські приміщення [116, 117, 192]
Ревіталізація	Процес відтворення, пожвавлення і відновлення міського середовища, при якому воно стає більш придатним для проживання; розкриття нових можливостей старих форм, із урахуванням їх функцій; комплексний підхід із метою збереження самобутності, автентичності, ідентичності та історичних ресурсів міського середовища [232, 303, 306]
Редевелопмент	Спосіб перепрофілювання незатребуваних в існуючому стані об'єктів нерухомості або нераціонально використовуваних територій [297, 303]

Проте незважаючи на наявність різних підходів до перетворення промислової забудови, всі зазначені в табл. 1.1 заходи належать до реконструктивних процесів.

Із початку 90-х років минулого століття в світі накопичено значний позитивний досвід проектування і реалізації проектів реконструкції

нефункціонуючих промислових будівель зі зміною їх первинного функціонального призначення під житлову та громадську забудову [54, 89, 187, 286, 289, 294, 297, 298, 303, 306].

В м. Осло (Норвегія) в 1999-2001 рр. здійснено реконструкцію зернового елеватора площею 9000 м<sup>2</sup> зі зміною функціонального призначення під житло для студентів освітніх установ.

Зерновий елеватор був пристосований для розміщення 226 квартир, які мають круглу форму в плані, що забезпечує хорошу освітленість і види, проте створює певні складнощі з меблюванням, тому житло орендується з уже готовими, спеціально розробленими для цього проекту меблями (рис. 1.1) [133].



Рисунок 1.1 – Зерновий елеватор, трансформований у житло

В м. Гельсінкі (Фінляндія) в 2008 р. був реалізований проект благоустрою кабельної фабрики площею 5,6 га. Корпуси і прилегла територія були викуплені містом і перетворені на культурний центр із багатьма функціями (музеї, галереї, майданчики для громадських заходів, репетиційні зали, радіостанції, кафе та інше). Об'єкт експлуатується керуючою компанією, заснованою муніципалітетом Гельсінкі (рис. 1.2) [133].





Рисунок 1.2 – Кабельна фабрика, реконструйована в культурний центр

У м. Відень (Австрія) колишні газометри перетворено на багатофункціональні комплекси. Після демонтажу технологічного обладнання кожен газометр було поділено на чотири частини: на верхніх поверхах розміщено квартири, на середніх поверхах – офіси, на першому поверсі – розважальні заклади, в цокольному приміщенні – торговельні центри. Сьогодні, крім іншого, там знаходяться музична зала, кінотеатр, муніципальний архів та студентський гуртожиток (рис. 1.3) [133].



Рисунок 1.3 – Колишні газометри після реконструкції зі зміною функціонального призначення

Протягом 1991-2006 рр. в Таллінні (Естонія) реалізований проект реконструкції промислової зони площею 7,7 га зі зміною функціонального призначення (рис. 1.4). В результаті реконструкції утворився діловий, торгово-розважальний і житловий квартал в центральній частині міста (мультиплекс з 11 екранами «Кока-кола-плаза», Музей естонської архітектури в будівлі колишнього соляного складу, кафе, ресторани, бутіки, оренда офісних приміщень та житлових апартаментів [133]).



Рисунок 1.4 – Промислова зона після реконструкції

В 2007 р. у м. Монреаль (Канада) п'ятиповерхову будівлю колишньої фабрики площею 12000 м<sup>2</sup> реконструювали зі зміною функціонального призначення, перетворивши на офісну будівлю, в якій поєднано принципи екологічності та дизайну, мінімізовано поточні витрати. В процесі реконструкції оновлено 75 % конструктивних елементів будівлі (стіни, підлога, дах), на 50 % підвищено ефективність системи вентиляції та кондиціонування в порівнянні з існуючою в традиційних нових будинках, збільшено вікна, зменшено водоспоживання на 30 %. Будівля має срібний сертифікат LEED за проект класу «зеленого будівництва» (рис. 1.5) [133].



Рисунок 1.5 – Будівля колишньої фабрики після реконструкції

В 2003 р. у м. Гамбург (Німеччина) розпочато реконструкцію колишнього портового складу під багатофункціональний центр із поєднанням громадських та адміністративних приміщень медіа комплексу і філармонії (рис. 1.6) [133, 207].



Рисунок 1.6 – Реконструкція об'єктів колишнього портового складу

В Україні також є позитивний досвід розроблення та впровадження проектів реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального

призначення. Успішними прикладами реалізації таких проектів є:

– будівля колишнього заводу «Арсенал», розташована в центральній історичній частині м. Київ, реконструйована під художню галерею «Мистецький арсенал» (рис. 1.7а) [50, 232];

– будівля колишнього цеху заводу «Арсенал», розташована у центральній частині м. Київ, реконструйована з утворенням ринку їжі Kyiv Food Market – простору з ресторанами та барами, при цьому збережено зовнішній вигляд будівлі (рис. 1.7б) [50, 232];

– об’єкти колишнього мотоциклетного заводу в м. Київ реконструйовані з перетворенням на інноваційний парк Unit.City, в якому створено інфраструктуру для розвитку бізнесу в сфері креативних індустрій та інформаційних технологій (рис. 1.7в) [314];

– будівля колишнього складу Річкового порту в м. Київ реконструйована з утворенням мультифункціонального креативного простору для сучасних культурних ініціатив Port creative hub (рис. 1.7г) [305];

– будівля колишньої фабрики з сортування та зберігання селекційних сільськогосподарських культур, розташована в центрі м. Харків, реконструйована з утворенням креативного простору Fabrika.space, який поєднує коворкінг, івент-зону та бар (рис. 1.7д) [293];

– будівля колишнього заводу «Промприлад», розташована в центрі м. Івано-Франківськ, реконструйована зі створенням освітньо-креативної платформи «Промприлад. Реновація», в якій поєднано офіси, коворкінг, галерею, майстерні, лабораторії, дитячий простір, кафе, бар (рис. 1.7е) [216].

За результатами аналізу вищенаведених і багатьох інших проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення можна зробити висновок про їх відмінності за такими ознаками, як:

- період спорудження;
- архітектурні, об’ємно-планувальні та конструктивні рішення;
- матеріал несучих конструкцій;
- фізичний знос конструкцій;

- функціональне призначення промислових об'єктів до та після реконструкції;
- функціональне призначення та умови експлуатації прилеглих територій.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рисунок 1.7 – Проекти реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, реалізовані в Україні:

- а), б) будівлі колишнього заводу «Арсенал»;
- в) об'єкти колишнього мотоциклетного заводу;
- г) будівля колишнього складу Річкового порту;
- д) будівля колишньої фабрики з сортування та зберігання селекційних сільськогосподарських культур;
- е) будівля колишнього заводу «Промприлад».

За результатами систематизації світового досвіду реконструкції промислової забудови, його узагальнення та аналізу слід відзначити доцільність його застосування при розробленні і реалізації інвестиційно-будівельних проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення в умовах українського редевелопменту.

Отже, завдання структурної перебудови промисловості міст полягає у поєднанні двох протилежних напрямків: із одного боку, зусилля мають бути спрямовані на збереження, підтримку і розвиток виробництв, які виробляють конкурентоспроможну продукцію, потрібну місту для забезпечення функціонування міського господарства та необхідну для населення міста, з іншого боку, зусилля повинні бути спрямовані на виявлення підприємств або виробництв, які неефективно використовують земельні ділянки, застосовують екологічно небезпечні технології, забруднюють навколишнє середовище в місті, є хронічно збитковими, які не змогли пристосуватися до роботи в сучасних ринкових умовах і при цьому припинили виробничу діяльність, а значну частину виробничих площ та територій надають в оренду. До таких підприємств мають застосовуватись адміністративні та економічні санкції з тим, щоб сприяти їхній реструктуризації, оптимізації використання земельних ділянок та виробничих площ. Підприємства, які протягом останніх років зупинили виробництво промислової продукції та не змінили вид діяльності, повинні бути реорганізовані. При цьому масове промислове виробництво, яке не потребує особливої кваліфікаційної підготовки, та розміщення якого в містах не лімітується транспортно-економічною та технологічною необхідністю, доцільно поступово перебазувати за межі міст, в прилеглі до міст населені пункти (в першу чергу, підприємства будівельної індустрії та складське господарство), а також інші, більш віддалені міста областей (машинобудування, легка промисловість, інші галузі). Пропонуються такі основні напрямки в подальшій територіальній організації промислового комплексу: стимулювання раціонального використання земельних ресурсів та

досягнення високих економічних показників у діяльності. Відповідно пропонується реструктуризувати з цією метою значну частину виробничих територій задля підвищення ефективності їх використання, перетворення промислових та складських територій із соціально та екологічно небезпечних деградованих територій у сучасні зони ділової активності, естетично вишукані і технологічно оновлені технологічні простори для впровадження лідерних технологій, наукових ідей українських учених і винахідників, залучення міжнародних інвестицій і світового капіталу.

При розробленні та виборі організаційно-технологічних рішень доцільно враховувати вказані особливості, що відображають специфіку реконструкції промислових будівель при зміні їх функціонального призначення.

### **1.3 Особливості промислових будівель та робіт із їх реконструкції**

Промислові будівлі – це переважно великопрогонові будови з високими стелями (від 5 м), і цей ресурс зазвичай є досить запитуваним в умовах постіндустріальної економіки.

Як правило, промислові будівлі добре забезпечені інженерними комунікаціями, такими як електро-, тепло-, водопостачання, мають власні котельні та трансформаторні підстанції. Таких потужностей буде достатньо для підтримання насиченої функціональної діяльності при реконструкції об'єкту. Крім того, це суттєво здешевлює таку реконструкцію.

На територіях промислових підприємств традиційно склався неповторний індустріальний ландшафт із особливим рельєфом та різноманітним обладнанням, машин, механізмів (крани, контейнери, підйомники тощо), які в процесі благоустрою території можуть бути використані для створення унікальних громадських і рекреаційних просторів для містян.

Дуже часто промислові підприємства розміщені в безпосередній близькості до водних просторів, що створює додаткові можливості для збільшення функціонального розмаїття створюваних громадських та рекреаційних об'єктів.

До безумовних переваг промислових територій належить і наявність розвинутої дорожньої мережі, залізничних гілок, налагоджених маршрутів громадського транспорту, що означає високий ступінь транспортної доступності промислових об'єктів.

Розміри, незвичайність та відокремленість промислових підприємств від міського середовища забезпечує можливість створення нестандартних форм дозвілля, яким із різних причин немає місця у самому місті, а саме: екстремальних видів спорту, сучасного мистецтва, шумних масових заходів тощо.

Проте частина промислових будівель розташована на схилах або поблизу схилу. Зважаючи на те, що в більшості випадків території колишніх промислових підприємств не використовувались протягом багатьох років, такі території потребують виконання протизсувних заходів.

За результатами аналітичного огляду [50, 170, 171, 182, 187, 194, 233, 237, 282] встановлено, що переважна більшість промислових будівель являють собою одноповерхові будівлі, за конструктивною схемою – переважно цегляні та каркасні.

Від технічного стану будівельних конструкцій промислових будівель залежатиме перелік робіт із реконструкції, обсяг цих робіт, а також їх вартість.

Роботи з оцінювання технічного стану будівельних конструкцій промислових будівель включають:

- попереднє обстеження об'єкту з оцінюванням обсягів робіт;
- збирання та аналіз технічної документації;
- виявлення характерних дефектів і пошкоджень, аварійних ділянок;



– оброблення та аналіз результатів обстеження, визначення фізичного зносу об'єкту [230, 231].

При обстеженні конструкцій та елементів низки промислових будівель встановлено найхарактерніші дефекти і пошкодження будівельних конструкцій.

Найхарактерніші дефекти і пошкодження фундаментів промислових будівель представлено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Найхарактерніші дефекти і пошкодження фундаментів промислових будівель

Найменування конструкцій та елементів будівлі	Дефекти і пошкодження конструкцій та елементів будівлі
Фундаменти	




Найхарактерніші дефекти і пошкодження стін промислових будівель наведено в табл. 1.3.

Таблиці 1.3 – Найхарактерніші дефекти і пошкодження стін промислових будівель



Найменування конструкцій та елементів будівлі	Дефекти і пошкодження конструкцій та елементів будівлі
Стіни	 <p>The table cell contains four photographs illustrating wall damage in industrial buildings:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The top photo shows a multi-story building with a brick facade and large windows. Some windows are boarded up with plywood, and there are visible signs of wear and discoloration on the brickwork.</li> <li>The second photo shows a close-up of a concrete wall above a window. The concrete is heavily stained, discolored, and shows signs of weathering and peeling.</li> <li>The third photo shows a building with a large window area. The window panes are missing or broken, and the interior structure is visible. There are pipes and structural elements in the foreground.</li> <li>The bottom photo shows a close-up of a concrete wall with a vertical crack and significant staining, particularly around the window frame.</li> </ul>

Найхарактерніші дефекти і пошкодження стін промислових будівель наведено в табл. 1.4, а покрівлі та підлоги – в табл. 1.5.

Таблиця 1.4 – Найхарактерніші дефекти і пошкодження колон, перекриття, покриття промислових будівель

№ з/п	Найменування конструкцій та елементів будівлі	Дефекти і пошкодження конструкцій та елементів будівлі
1	Колони	
2	Перекриття	
3	Покриття	

Таблиця 1.5 – Найхарактерніші дефекти і пошкодження покрівлі та підлоги промислових будівель

№ з/п	Найменування конструкцій та елементів будівлі	Дефекти і пошкодження конструкцій та елементів будівлі
1	Покрівлі	
2	Підлоги	

Такий технічний стан промислових будівель обумовлений як внутрішніми впливами (технологічний процес, навантаження від власної ваги

та обладнання, коливання температур тощо), так і зовнішніми впливами (температура, повітря, опади, гази, хімічні речовини, радіація, електромагнітне випромінювання, тиск ґрунту, води тощо).

Отже, дані, представлені в табл. 1.6, дозволяють зробити висновок, що при реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, виходячи з технічного стану будівельних конструкцій та залежно від обраної майбутньої функції об'єкту, до переліку основних будівельних робіт належатимуть:

- ремонт та утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій;
- заміна вікон і дверей;
- ремонт, підсилення або заміна конструкцій покриттів;
- ремонт або заміна покрівлі;
- ремонт підлоги;
- ремонт або влаштування інженерних мереж;
- ремонт внутрішнього та зовнішнього опорядження;
- благоустрій території.

Таблиця 1.6 – Ступінь фізичного зносу конструкцій та елементів промислових будівель

№ з/п	Найменування елементів будівлі	Опис	Ознаки фізичного зносу	Фізичний знос елементів будівлі, %
1	2	3	4	5
1	Фундаменти	Бетонні, залізобетонні	Тріщини в цокольній частині будівлі, порушення штукатурного шару цоколя, сліди вогкості на поверхні цоколя	20–30
2	Стіни	Цегляні, з легкобетонних панелей, зі збірних залізобетонних	Тріщини, вивітрювання розчину зі швів, послаблення цеглин, сліди вологи на поверхні стін;	25–40

Завершення таблиці 1.6

1	2	3	4	5
		панелей	пошкодження стиків стінових панелей, відшарування поверхневого шару, тріщини, сліди протікання у приміщеннях	
3	Колони	Збірні залізобетонні, металеві	Тріщини, відколи і вибоїни, місцями руйнування захисного шару бетону та оголення арматури	25–35
4	Перекриття	Збірні і монолітні залізобетонні	Тріщини у швах між плитами, часткове руйнування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури	20–25
5	Покриття	Збірні залізобетонні	Тріщини, часткове відпадання розчину зі швів, сліди протікання покрівлі на поверхні плит, відшарування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури	20–25
6	Покрівлі	Рулонні, азбоцементні	Здуття поверхні, тріщини, розриви (місцями) верхнього шару покрівлі, проникнення вологи в місця примикання до вертикальної поверхні, протікання покрівлі	30–50
7	Підлоги	Бетонні	Вибоїни, тріщини, стирання поверхні	20–40

У переважній більшості промислових будівель фундаменти, стіни та колони перебувають у задовільному технічному стані, а в зв'язку з запасом несучої здатності, обумовленим зменшенням розрахункових навантажень на

конструкції, немає потреби в їх підсилненні, що дозволяє подальше використання при реконструкції зі зміною функціонального призначення.

На території деградованих промислових підприємств, окрім промислових будівель, розташовані також інші будівлі, інженерні споруди та мережі (табл. 1.7), зокрема:

- гаражі, стоянки, навіси;
- резервуари;
- силоси;
- склади і складські майданчики;
- котельні та димові труби;
- трубопроводи, комунікації та лінії електропередачі.

Таблиця 1.7 – Об'єкти, розташовані на території промислових підприємств

№ з/п	Найменування об'єкту	Вигляд	Можливе подальше використання
1	2	3	4
1	Гаражі, стоянки, навіси		Демонтаж / відновлення / реконструкція
2	Резервуари		Демонтаж / відновлення / реконструкція
3	Силоси		Демонтаж / відновлення / реконструкція

Завершення таблиці 1.7

1	2	3	4
4	Склади, складські майданчики		Демонтаж / відновлення / реконструкція
5	Котельні, димові труби		Демонтаж / відновлення / реконструкція
6	Трубопроводи, комунікації, лінії електропередачі		Демонтаж / відновлення / реконструкція

При реконструкції зі зміною функціонального призначення промислових будівель найчастіше потреби у більшості з таких споруд немає, тому вони переважно підлягають знесенню. Виняток можуть становити трубопроводи, комунікації та лінії електропередачі, які можуть експлуатуватися об'єктами прилеглої забудови, а тому в процесі реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення вони підлягатимуть перенесенню або/та реконструкції чи ремонту.

Для проектів реконструкції промислових підприємств і їх територій із метою підвищення якості середовища міст необхідно визначити основоположні пріоритети:

- проект реконструкції має відповідати стратегії розвитку міста з конкретними кінцевими результатами;
- реконструкція промислових територій повинна позитивно вплинути на імідж міста з точки зору містян та потенційних туристів;
- реконструйований промисловий об'єкт має стати новим центром тяжіння для користувачів у місті;



– проект реконструкції промислових територій має сприяти створенню нових робочих місць у сферах діяльності, не пов'язаних із основним економічним напрямком міста.

Серед основних напрямків розвитку промислових підприємств зі зміною їх функціонального призначення відповідно до потреб ринку нерухомості можна виокремити такі:

- утворення житлових приміщень, так званих лофтів;
- формування громадських і культурно-ділових центрів;
- перетворення на об'єкти з освітніми та торгово-сервісними функціями, зокрема коворкінги;
- створення музейних комплексів, ландшафтних індустріальних парків тощо.

За даними [50, 182, 212, 216, 225, 232, 233, 237, 259] визначено розподіл реконструйованих в Україні промислових будівель за функціональним призначенням, який представлено на рис. 1.8.

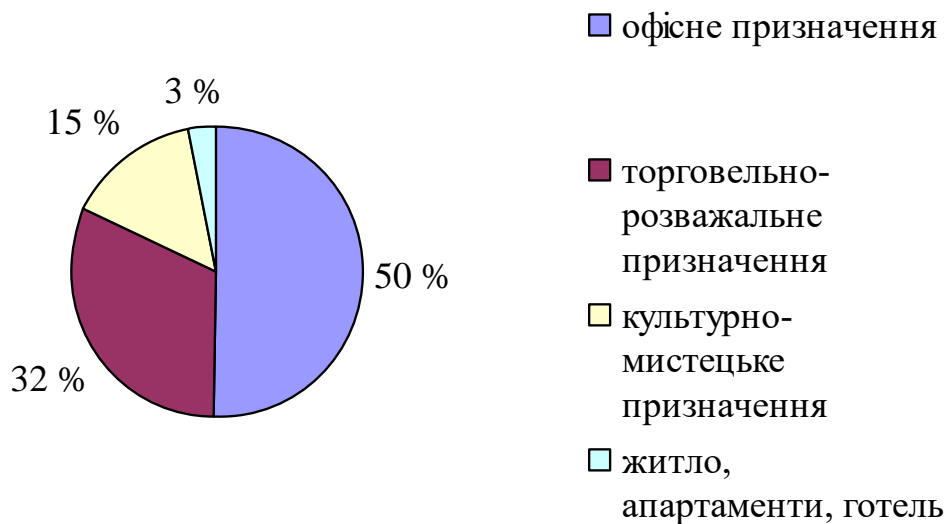


Рисунок 1.8 – Розподіл реконструйованих в Україні промислових будівель за функціональним призначенням

Розроблення та впровадження проекту реконструкції промислових територій передбачає послідовну реалізацію таких кроків: дослідження основних напрямків життєдіяльності міста та подальший аналіз одержаної інформації для визначення пріоритетних напрямків розвитку міського середовища і формування переліку функцій, які має одержати промисловий об'єкт; проведення активної інформаційної кампанії, зокрема у соціальних мережах, для повідомлення про зміни, що відбуваються; системний розвиток реконструйованого об'єкту шляхом розвитку фонду приміщень (використання дахів, створення атріумів і галерей тощо), освоєння та благоустрою території, інтеграції з містом (рис. 1.9).

При ухваленні рішень щодо реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення потрібно враховувати, що успішне функціонування колишніх промислових об'єктів після їх реконструкції залежить від якісної підготовки цього процесу, правильного позиціонування та просування об'єкта на ринку, а також інтеграції реконструйованого об'єкту з містом.

Основним завданням на підготовчому етапі є обґрунтування множини функцій, які мають бути притаманні об'єкту після його реконструкції, виходячи з визначених стратегічних напрямків розвитку міста.

На наступному етапі постає завдання забезпечення просування реконструйованого об'єкту із застосуванням різних інформаційних технологій з метою створення упізнаваності цього об'єкту.

Заключний етап передбачає системний розвиток реконструйованого об'єкту з новими функціями, впорядкування території та інтеграцію з міським середовищем.

Таким чином, у довгостроковій перспективі досягається підвищення інвестиційної привабливості міських територій, покращення екологічної ситуації в місті, стимулюється розвиток підприємництва.

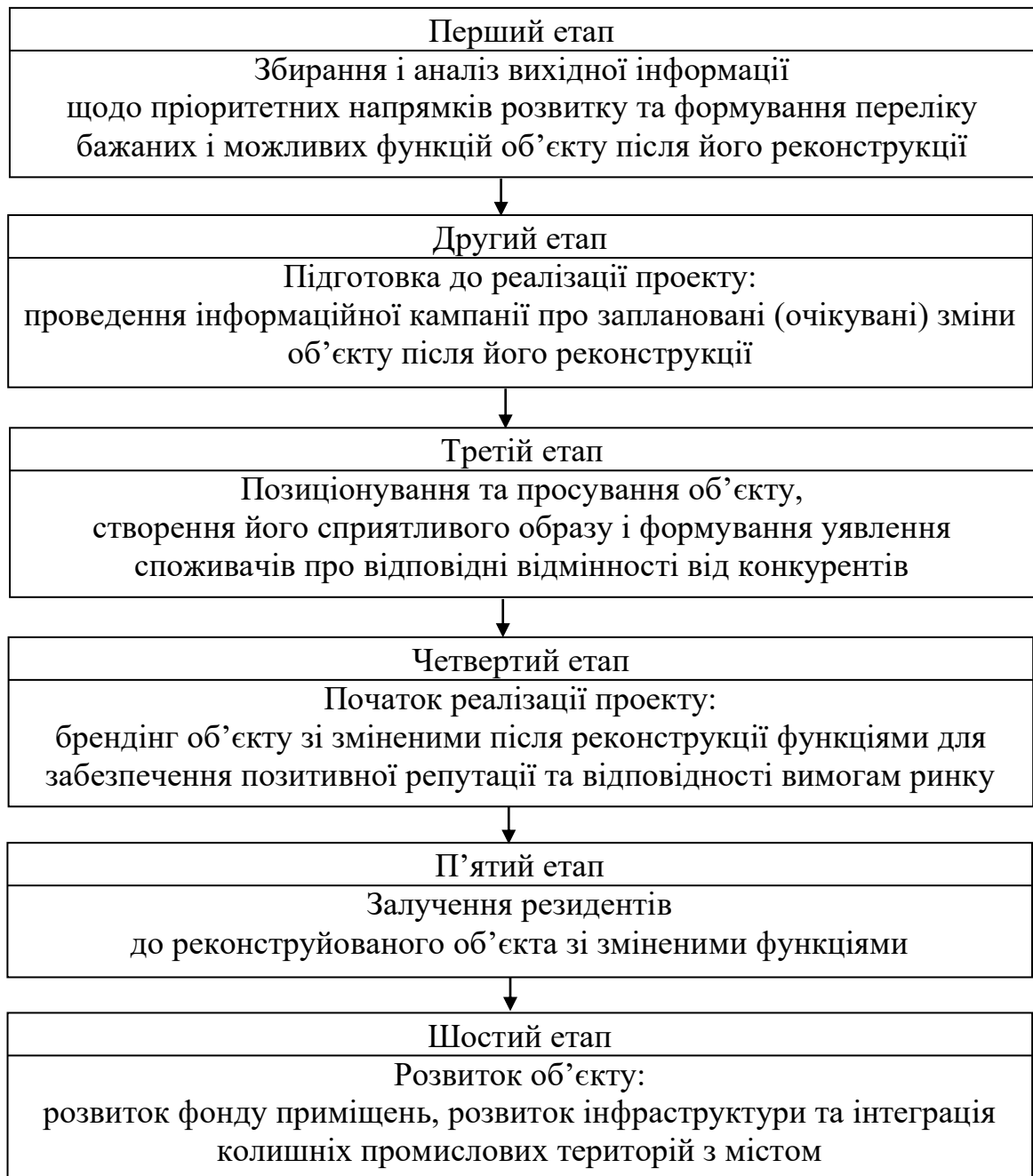


Рисунок 1.9 – Процес прийняття рішення щодо реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Аналіз сучасної практики організації та управління реконструкцією промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення дозволив виявити основні принципи цього процесу, а саме:

- збільшення озелених просторів міст;
- використання підземних просторів у міській забудові;

- створення садів на дахах і озеленених покрівель;
- заглиблення транспортних ліній під землю з використанням звільнених територій під озеленення;
- використання занедбаних комунікацій;
- реновація промислових районів.

Головним же принципом реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення є розкриття нових можливостей старих форм із урахуванням їх сучасних актуальних функцій [207, 239].

#### **1.4 Аналіз принципів і методів формування, оцінювання, обґрунтування та вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель**

Процес організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення передбачає формування, оцінювання, обґрунтування та вибір раціональних організаційно-технологічних рішень, спрямованих на зменшення вартості будівельної продукції та скорочення тривалості виконання робіт. Це досягається за рахунок підвищення ефективності використання ресурсів із одночасним забезпеченням вимог щодо енергоощадності, економічності, безпечності, якості та екологічності реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

Роботи [58, 65, 68, 81, 82, 126] присвячені дослідженню окремих аспектів проблеми проектування, експлуатації та відновлення ресурсу промислових підприємств.

Дослідження К. Б. Ганієва [58] присвячені розробленню методів удосконалення організації реконструкції, що забезпечують системний підхід для підвищення ефективності реконструкції та організаційно-технологічну надійність введення в дію виробничих потужностей і об'єктів із заданими

техніко-економічними характеристиками. Розроблено нові підходи до календарного планування при різних методах організації реконструкції, досліджено об'ємно-планувальні, конструктивні, організаційно-технологічні рішення; встановлено залежності між капітальними вкладеннями, кошторисною вартістю і тривалістю в умовах нового будівництва та розширення. На основі системного аналізу будівельних організацій виявлено взаємозв'язки структури будівельно-монтажних робіт, умов будівельного виробництва та витрат праці на кінцеві результати діяльності цих організацій.

Д. Ф. Гончаренком [65, 68] розроблено методи формування інженерної підготовки реконструкції машинобудівних підприємств в умовах діючого виробництва, спрямовані на скорочення тривалості реконструкції, зниження собівартості та трудомісткості демонтажних і будівельно-монтажних робіт. Запропоновано методику вибору рішень із організації виробництва робіт у залежності від їх складу та ступеня впливу на них дестабілізуючих факторів основного виробництва і методику прогнозування техніко-економічних показників реконструкції підприємств.

У працях В. А. Давидова [81, 82] запропоновано науково-методологічні принципи і практичні методи формування, аналізу та обґрунтування організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових підприємств із метою підвищення ефективності будівельного виробництва та діючих підприємств. Було встановлено залежності і закономірності впливу об'ємно-планувальних та конструктивних рішень реконструйованих будівель і умов діючих підприємств на організаційно-технологічні рішення з монтажу-демонтажу будівельних конструкцій та їх техніко-економічні показники. Викладено концепцію нормалізації будівельного виробництва в умовах реконструкції діючих підприємств, засновану на типізації проектних рішень реконструйованих будівель та організаційно-технологічних рішень із виробництва робіт, їх оцінюванні та групуванні за рівнем складності,

розробленні диференційованих нормативів виробництва робіт для кожної категорії складності.

Розробки В. М. Кірноса [126] присвячені формулюванню науково-методологічних принципів обґрунтування та регулювання тривалості і вартості реконструкції, технічного переобладнання та капітального ремонту промислових підприємств, що забезпечують економічну стабільність роботи будівельних організацій, а також їх пряму зацікавленість в економії трудових та матеріальних ресурсів, застосуванні нових технологій та зниженні матеріалоємності будівництва. Встановлені закономірності впливу організаційно-технологічних і економічних факторів реконструйованих об'єктів на тривалість, трудомісткість та вартість виконання будівельно-монтажних робіт.

Проте отримані в роботах [58, 65, 68, 81, 82, 126] результати стосувались реконструкції промислових будівель в умовах діючого виробництва і не розповсюджувались на процес організації та управління реконструкцією промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення.

Дослідження А. Д. Єсипенко [101, 102, 103] пов'язані з організаційно-технологічним забезпеченням надійності і безпечної експлуатації будівель і споруд, а також розробленням методів попередження і поновлення відмов їх конструкцій, елементів і систем відповідно до нормативно-технічних вимог при мінімальних витратах ресурсів.

В. В. Савйовським [234] запропоновано методологічні принципи та практичні рекомендації щодо організаційно-технологічного проектування реконструкції цивільних будівель, спрямованих на зниження вартості і трудомісткості, скорочення тривалості виконання ремонтних та будівельно-монтажних робіт із урахуванням специфічних умов цих об'єктів, на основі оптимізаційної математичної моделі дискретної структури. Проте питання реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення залишилися поза увагою автора.

Розробки В. О. Галушко [57] присвячені формулюванню технологічних основ інновацій із застосуванням удосконалених та нових засобів малої механізації, що підвищують ефективність ремонту і відновлення будівель.

Дослідження С. В. Шатова [275, 276, 277] присвячені формуванню організаційно-технологічних рішень розбирання руйнувань будівель в особливих умовах, а також технологіям 3D-друкування об'єктів будівництва.

Наукові праці І. В. Шумакова [282, 283] присвячено вирішенню завдання підвищення ефективності спорудження підземних частин цивільних будівель із урахуванням впливу факторів міського середовища.

При реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення можуть бути отримані сучасні будівлі, які відповідають сучасній концепції сталого розвитку [7, 163, 188, 214, 249].

Відповідно організацію та управління проектом реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення доцільно розглядати як процес переходу з початкового стану (стану незадоволеної потреби в приміщеннях певного функціонального призначення з конкретними кількісними та якісними характеристиками) в кінцевий стан (стан задоволених потреб щодо кількості та якості) в умовах заданих ресурсних обмежень.

При цьому проект реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення перебуватиме під такими діями і впливами:

- вимоги щодо результатів, а також до способів їх досягнення;
- умови реалізації проекту;
- ресурсні обмеження;
- ризики;
- зовнішні впливи;
- внутрішні впливи.

Враховуючи специфічні особливості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, планування, організація і реалізація таких проектів відбувається в умовах мінливого зовнішнього

середовища, вплив якого на стан проектів ускладнює прийняття раціональних рішень [300].

Дослідження, висвітлені в роботі [316], присвячені теорії та практиці сталого дизайну будівель, проте розглядаються переважно архітектурні та технологічні складові, поза увагою залишилися процеси управління.

В роботі [195] приведено результати досліджень щодо застосовуваних схем реалізації інвестиційно-будівельних процесів. Виявлено неузгодженість багатьох рішень, деякі порушення технології та організації виробництва робіт, техніки безпеки, суттєве перевищення фактичних вартісних та часових показників інвестиційних проектів над плановими. Причиною цього може бути низька якість передпроектних досліджень і вишукувань. Тому доцільним є подальше вдосконалення методичних підходів до проектування і функціонування системи прийняття організаційно-технологічних рішень щодо реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення із високим рівнем надійності.

Застосування системного підходу до розроблення та реалізації будівельних проектів представлено в роботі [315], в контексті складності управління проектами, пов'язаної з зацікавленими сторонами, і стійкості проектів у контексті постачань ресурсів. Новий погляд на ефективне управління проектами подано в дослідженні [302], в якому акцентовано увагу на принципах зеленого будівництва та екологічних будівель.

Роботу [213] присвячено обґрунтуванню організаційно-управлінських рішень в умовах мінливого зовнішнього середовища, з урахуванням ризику проекту. Проте такий підхід передбачає застосування достатньо складних аналітичних моделей, які водночас не виключають чинник суб'єктивізму. Тому потрібно застосовувати й інші підходи до обґрунтування та вибору раціональних рішень, зокрема статистичне моделювання, а також застосовувати теорію вимірювань.

В роботі [254] представлено авторський підхід до управління інвестиційно-будівельними проектами, який ґрунтується на розробленні



відповідних інструментів для умов конкретного проектно-орієнтованого підприємства. Він спрямований на забезпечення отримання максимального результату проекту в умовах певних ресурсних обмежень. Приділено увагу управлінню впливами з метою мінімізації їх можливої негативної дії на проект. Запропоновано застосовувати експертні оцінки до оцінювання пріоритетності параметрів проекту (часових, вартісних, якісних). Проте потрібно розширити множину враховуваних факторів впливу, а визначення фактора якості проекту потребує деталізації.

В роботі [110] сформовано підхід до оцінювання управлінської реалізованості календарних планів спорудження об'єктів будівництва з урахуванням ймовірнісної природи факторів впливу. Проте враховуються лише організаційно-технологічні процеси будівництва об'єктів житлово-цивільного призначення, які впливають на рівень управлінської реалізованості календарних планів. Не враховано системний вплив визначальних факторів при управлінні вартістю та ресурсами проектів.

В роботі [109] запропоновано методологічні принципи формування, оцінювання, обґрунтування і вибору організаційно-технологічних рішень. Враховано вплив чинників складності проектування, будівництва та управління інвестиційно-будівельними проектами при обґрунтуванні рішень за критеріями вартості і тривалості. Ці рішення спрямовані на забезпечення введення в експлуатацію об'єктів із заданими техніко-економічними характеристиками. Проте об'єктом цього дослідження був процес спорудження висотних багатофункціональних комплексів в умовах ущільненої міської забудови, а питання реконструкції промислових будівель не розглядались. Також залишились невирішеними питання, пов'язані з енергоефективністю та екологічністю будівель.

Роботи [269, 270] присвячено розробленню прикладного інструментарію організації біосферосумісного будівництва, реалізованого у форматі сучасного будівельного девелопменту на засадах екологізації та енергоощадності. Виявлено визначальні складові організації

біосферосумісного будівництва. Проте в роботах [269, 270] об'єктом управління є спортивно-оздоровчі комплекси, які не враховують специфічні характеристики промислових будівель та особливості їх технології і організації реконструкції зі зміною функціонального призначення. Також запропоновано формалізовано-аналітичні основи організації інженерного захисту територій, проте вони стосувались прибережної смуги. Відповідно цей підхід потребує подальшого розвитку.

В роботі [243] розглядається завдання оцінювання інвестиційної привабливості будівельних проектів в умовах ризику та невизначеності. Запропоновано застосовувати методи математичної статистики при визначенні показників ефективності проектів. Враховано можливість оцінювання ефективності проекту за різних сценаріїв настання ризикових подій. Проте запропонований підхід не дає можливості одночасно порівнювати альтернативні варіанти проекту при різних значеннях його ключових параметрів, зокрема таких як економічність, енергоефективність, екологічність.

У роботі [169] проаналізовано переваги та недоліки різних методичних підходів до оцінювання рівня ризику, асоційованого з будівельним проектом. Однак розглянуті підходи передбачають застосування стандартного математичного апарату. Забезпечення раціональної організації та управління проектами реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення є складною проблемою, вирішення якої потребує системного підходу, заснованого на врахуванні множини факторів впливу, із відповідним обґрунтуванням методів визначення кількісних значень цих факторів, зокрема шляхом експертного оцінювання.

Дослідження [318] присвячено аналітичному огляду робіт із питань вибору раціональних рішень у галузі цивільного будівництва із застосуванням багатокритерійної оптимізації. Запропоновано створення інтегрованої системи прийняття рішень, яка поєднує переваги як BIM-технологій, так і предметно-орієнтованого проектування. Разом із цим

залишається невирішеним питання взаємозв'язку між різними критеріями при збільшенні кількості критеріїв, встановлення ієрархії критеріїв. Також не враховано особливості організації та управління процесом реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення в умовах невизначеності.

Робота [311] присвячена вдосконаленню системи оцінювання зелених будівель. Запропоновано при оцінюванні екологічності будівель враховувати комплексний вплив таких чинників, як внутрішнє середовище, матеріали та інтелектуальні системи. Враховано взаємозв'язок критеріїв, за якими здійснюється оцінювання екологічності будівель. Проте отримані результати не є збалансованими щодо інтересів усіх зацікавлених сторін.

В роботі [132] проаналізовано підходи до попереднього оцінювання інвестиційно-будівельних проектів із урахуванням стохастичного характеру процесів, що вказує на актуальність завдання, враховуючи стійку тенденцію до зростання обсягів реконструкції промислових будівель. Проте питання прогнозування та обґрунтування показників ефективності організаційно-технологічних рішень потребує системного підходу з урахуванням значної кількості визначальних факторів. Такі фактори є різнорозмірними величинами, а тому для визначення їх впливу потрібен відповідний математичний апарат. Для цього можливо використати, наприклад, теорію експертних оцінок, що застосовується у випадках складності проблеми, її новизни, недостатності наявної інформації або неможливості формалізації процесу прийняття рішення. Так, у роботі [66] наведено приклад застосування теорії експертних оцінок при визначенні найбільш доцільних методів ремонту і відновлення мереж водопостачання. Видається доцільним застосувати запропонований підхід і при дослідженні щодо вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення. Проте при застосуванні теорії експертних оцінок доцільно враховувати досвід найбільш успішних і подібних за основними показниками проектів.

Разом із цим видається можливим поширити запропоновані в [109, 126, 160, 274] концепції і на комплексні дослідження ефективності аналогічної керованої системи реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. Потрібно тільки формалізувати систему, представивши її у вигляді відповідних моделей. Таким чином, за результатами виконання дослідження, буде реалізовано науково обґрунтований підхід до вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення.

Отже, більшість із виконаних досліджень присвячені або реконструкції функціонуючих промислових підприємств, або реконструкції житлово-цивільної забудови. Питання, пов'язані з реконструкцією деградованих промислових будівель із зміною їх функціонального призначення, потребують подальших досліджень, зокрема в частині подальшого розвитку методу оцінювання, аналізу, обґрунтування та вибору раціональних організаційно-технологічних рішень із урахуванням комплексного впливу дестабілізуючих факторів та містобудівної цінності території і дотримання вимог щодо енергоощадності, економічності, безпечності, якості та екологічності.

Таким чином, на сьогодні відсутній єдиний підхід до вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, як у частині врахування факторів впливу, так і в частині вибору критерію ефективності управління. Тому пропонується розглядати завдання обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення як завдання пошуку раціональних рішень, що найбільше відповідають бажаним (заданим) техніко-економічним характеристикам (показникам), на основі застосування статистичного моделювання проектів як керованих процесів. Разом із цим при виборі раціонального рішення доцільно враховувати вплив визначальних

організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів із дотриманням вимог щодо енергоощадності, економічності, якості, безпечності та екологічності. Для оцінювання рішень відносно цих факторів необхідно відшукати раціональне значення критерію ефективності. Він характеризуватиме якість прийнятого рішення і представлятиме екстремальне значення цільової функції, а також слугуватиме для порівняння альтернативних варіантів і вибору найбільш раціонального з них. З позиції замовника (інвестора) в якості таких критеріїв доцільно розглядати мінімум тривалості та мінімум вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення [300].

### **Висновки до розділу 1. Постановка мети і завдань дослідження**

1. Значна кількість деградованих територій промислових підприємств, які припинили свою діяльність за функціональним призначенням унаслідок змін ринкової кон'юнктури та екологічного законодавства, являють собою територіальний резерв для комплексної реконструкції та вторинної забудови.

2. Проекти реконструкції деградованих промислових територій покликані забезпечити в довгостроковій перспективі розкриття нових функціональних можливостей цих територій, розвиток малого і середнього бізнесу, підвищення якості міського середовища з позиції його функціонального розмаїття, покращення екологічної ситуації у містах. При цьому реалізація проектів реконструкції промислових територій і будівель сприятиме підвищенню інвестиційної привабливості прилеглих територій.

3. Задля досягнення зазначених цілей об'єкт реконструкції потребує належних організації та управління для забезпечення сталого функціонування і розвитку в межах окресленого стратегічного бачення та задоволення потреб споживачів.

4. Із метою перетворення деградованих і неупорядкованих територій на сучасні центри життєдіяльності необхідно визначити в кожному місті території пріоритетного оновлення та реконструкції, а також сконцентрувати бюджетні кошти та приватні інвестиції на реалізації таких проектів. За умови реалізації вищевикладених заходів міста будуть планомірно оновлюватись відповідно до європейських стандартів.

5. При виборі нового функціонального призначення промислової будівлі при її реконструкції необхідно враховувати: містобудівні характеристики, історичну, архітектурну або культурну цінність, первинну функцію, об'ємно-планувальні рішення, матеріали несучих конструкцій. Також потрібно враховувати: зручність транспортного сполучення, наявність соціальної інфраструктури, наявність кваліфікованої робочої сили.

6. Вибір методів реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення залежить від множини факторів у кожному конкретному місті.

7. При оцінюванні умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтуванні ефективності варіантів організаційно-технологічних рішень із виробництва будівельних робіт при заданих ресурсних обмеженнях доцільно враховувати умови стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах, а також прийнятний рівень ризику.

8. Аналіз публікацій українських і зарубіжних учених та фахівців у галузі реконструкції промислових будівель дозволяє констатувати відсутність єдиного підходу як до розроблення та обґрунтування організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, так і до врахування факторів впливу та вибору критерію ефективності управління, а також підтвердити відсутність вичерпного наукового обґрунтування прогнозованих показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, які

забезпечують підвищення якості реконструкції будівель і споруд при ефективному використанні ресурсів та зниженні несприятливих впливів на довкілля.

9. В якості наукової гіпотези висувається припущення, що підвищення ефективності організації та управління процесом комплексної реконструкції міської забудови може бути досягнуто шляхом розроблення концепції, методів організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення на основі подальшого розвитку інструментарію оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень, що забезпечують підвищення якості реконструкції будівель і споруд при ефективному використанні ресурсів та зниженні несприятливих впливів на довкілля, з урахуванням системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських чинників, для мінімізації негативного впливу дестабілізуючих чинників у процесі проектування та виконання будівельних робіт.

10. Із урахуванням вищевикладеного сформульовано мету і завдання дослідження.

Метою дисертаційної роботи є розроблення наукових положень, методичних підходів та практичних рекомендацій щодо оцінювання, аналізу, обґрунтування та вибору організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, які забезпечують підвищення якості реконструкції будівель і споруд при ефективному використанні ресурсів та зниженні несприятливих впливів на довкілля, завдяки врахуванню системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських чинників.

Відповідно до сформульованої мети дисертаційної роботи поставлено такі завдання дослідження:

– аналіз і узагальнення методологічних підходів і результатів досліджень у галузі проектування, реконструкції та експлуатації промислових будівель;

– розроблення наукових положень організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення з забезпеченням їх енергоефективності, безпечності, якості та екологічності;

– виявлення, систематизація і формалізація факторів, які характеризують специфічні вимоги до енергоощадності, безпечності, якості та екологічності промислових будівель при їх реконструкції і подальшій експлуатації та здійснюють суттєвий вплив на показники ефективності організаційно-технологічних рішень;

– дослідження системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення;

– розроблення методу оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення;

– розроблення методики оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт при існуючих ресурсних обмеженнях із урахуванням вимог до енергоефективності, безпечності, якості та екологічності об'єктів і прийняттого рівня ризику, адаптованої до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах;

– впровадження результатів дослідження у практику організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення.

Структурно-логічну схему дослідження представлено на рис. 1.10.





Рисунок 1.10 – Структурно-логічна схема дослідження

Відповідно до представленої на рис. 1.10 структурно-логічної схеми, об'єктом дослідження є організаційно-технологічні і управлінські процеси реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення в умовах міської забудови з урахуванням системного впливу визначальних факторів, а предметом дослідження – закономірності, що виникають при управлінні ресурсами у процесі реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення.

11. Основні наукові результати цього розділу опубліковані в працях автора [132, 133, 134, 135, 141, 142, 158, 161, 207, 239, 240, 241, 299, 300, 310].

## РОЗДІЛ 2

# РОЗВИТОК КОНЦЕПТУАЛЬНИХ ПОЛОЖЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ ЗМІНОЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

### 2.1 Основні положення концепції організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення

Проект реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення є відкритою, складною системою, яка існує у взаємодії з зовнішнім середовищем, змінюючи його властивості. Реалізація проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення викликає зміни у розвитку міських територій, зміни в навколишньому середовищі, а тому пов'язана з інтересами багатьох стейкхолдерів.

Тому потрібно приймати науково обґрунтовані та економічно ефективні рішення, які враховують ймовірнісні впливи мінливого зовнішнього середовища та ресурсні обмеження проекту.

В зв'язку з цим в основу концепції організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення покладено системний підхід, відповідно до якого промислові території та розташовані на них промислові будівлі розглядаються як елементи з певною сукупністю характеристик і властивостей, що враховуються при визначенні майбутньої функції в результаті реконструкції.

При цьому прийняття рішень щодо реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення здійснюється в умовах

заданих ресурсних і часових обмежень та потребує врахування системного впливу організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів та дотримання вимог щодо економічності, енергоощадності, якості, безпечності та екологічності об'єкту протягом життєвого циклу (проектування, спорудження та експлуатація).

Тобто розроблення і реалізація проектів реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення розглядаються як процес цілеспрямованих змін промислової території з певним набором наявних об'єктів протягом певного проміжку часу.

Отже, промисловий район, який розглядається як об'єкт реконструкції, можна охарактеризувати так:

- наявність території, на якій розміщені промислові будівлі, інженерні споруди та мережі;
- незадовільний рівень ефективності використання території та існуючих об'єктів, невиконання вихідних функцій, погіршення технічного стану об'єктів;
- невідповідність як забудови, так і окремих об'єктів сучасним вимогам щодо економічності, енергоощадності, якості, безпечності, екологічності, ефективної експлуатації.

Таким чином, в межах міста розташована певна кількість земельних ділянок, зайнятих промисловою забудовою:

$$T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_i, \dots, t_m\} = \{t_i\}, \quad (2.1)$$

де  $t_i$  –  $i$ -та земельна ділянка у межах міста, зайнята промисловою забудовою; при цьому  $i = \overline{1, m}$ .

Кожна з таких земельних ділянок може бути описати множиною певних характеристик (властивостей):

$$S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_j, \dots, s_n\} = \{s_j\}, \quad (2.2)$$

де  $s_j$  – кількість груп характеристик земельної ділянки, зайнятої промисловою забудовою, при цьому  $j = \overline{1, n}$ .

Зокрема, в якості таких груп характеристик земельної ділянки, зайнятої промисловою забудовою, доцільно розглядати:

- містобудівні характеристики;
- територіально-планувальні характеристики;
- правові характеристики (право користування, володіння, розпорядження ділянкою, сервітути);
- наявність прилеглої житлової та громадської забудови;
- стисненість території;
- наявність інженерних споруд і мереж та умови їх експлуатації;
- інженерно-геологічні характеристики;
- санітарно-гігієнічні характеристики (санітарно-захисна зона, водоохоронна зона, зона обмеження забудови за ступенем забруднення атмосферного повітря, зона обмеження забудови за рівнем напруження електромагнітного поля, зона перевищення припустимого рівня шуму, ореол забруднення ґрунтів);
- забезпеченість інженерною інфраструктурою (покриття вулиць, централізоване водопостачання, каналізація, централізоване газопостачання, теплопостачання) [157].

Виходячи з цих характеристик, визначаються вимоги до поверховості будівель, які підлягають реконструкції, до інсоляції, аерації та шумозахисту, до благоустрою та озеленення території, щодо екологічної безпеки довкілля.

Також, беручи до уваги характеристики території та прилеглої забудови, на підставі аналізу ринкової кон'юнктури, вартості продажу та вартості оренди нерухомості визначається майбутня функція об'єкту. При

цьому необхідно також врахувати ризики, притаманні інвестиційному проекту.

На земельній ділянці з промисловою забудовою розташована певна сукупність промислових будівель, які потребують реконструкції зі зміною функціонального призначення.

Позначимо через  $P$  множину розташованих на ділянці промислових будівель, які підлягають реконструкції зі зміною функціонального призначення.

Впорядкуємо всі будівлі з множини  $P$  та позначимо їх як  $p_1, p_2, \dots, p_r$ . Тоді множина  $P$  матиме такий вигляд:

$$P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_u, \dots, p_r\} = \{p_u\}, \quad (2.3)$$

де  $p_u$  –  $u$ -та промислова будівля, розташована у заданих межах промислової території, що розглядається, яка потребує реконструкції зі зміною функціонального призначення; при цьому  $u = \overline{1, r}$ .

Кожна промислова будівля, розташована у заданих межах промислової території, що розглядається, яка потребує реконструкції зі зміною функціонального призначення, володіє певними характеристиками:

$$Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_k, \dots, z_p\} = \{z_k\}, \quad (2.4)$$

де  $z_k$  – кількість груп характеристик промислової будівлі, при цьому  $k = \overline{1, p}$ .

В якості груп характеристик промислової будівлі розглядаються:

- архітектурні рішення (відомості про рік будівництва, виконувани ремонти та реконструктивні заходи протягом періоду експлуатації, цінність фасадів);

- об'ємно-планувальні рішення (дані про поверховість, будівельний об'єм і загальну площу, капітальність);

- конструктивні рішення;
- технічний стан конструкцій та будівлі в цілому (фізичний і моральний знос, інженерне забезпечення).

В процесі ініціації проекту реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, на підставі виявлених груп характеристик промислової будівлі та виробничої території, необхідно визначити оптимальні функції об'єкту. Це завдання можливо формалізувати таким чином. Кожному елементу з множини  $P$  відповідає множина альтернативних варіантів функцій після реконструкції:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_b, \dots, a_g\} = \{a_b\}, \quad (2.5)$$

де  $a_b$  –  $b$ -та функція об'єкту після реконструкції, при цьому  $b = \overline{1, g}$ .

В якості можливих функцій будівлі після реконструкції розглядаються:

- офісне призначення;
- торговельне призначення;
- житлове призначення;
- культурно-мистецьке призначення.

Різні функції можуть по-різному взаємодіяти з територією, з елементами транспортної, інженерної і соціальної інфраструктури та одна з одною з точки зору збільшення витрат на реконструкцію, збитків довкіллю, ризиків тощо.

Оскільки промислові будівлі після реконструкції можуть використовуватись за різним функціональним призначенням, а кожному способу використання об'єкту відповідає певна величина його вартості, то необхідно визначити той спосіб використання, який є найкращим і найбільш ефективним.

Отже, вибір найдоцільнішої функції об'єкту після реконструкції має ґрунтуватись на принципі найбільш ефективного використання.

Принцип найбільш ефективного використання полягає в такому використанні об'єкту, в результаті якого ринкова вартість об'єкта буде максимальною.

Найбільш ефективне використання об'єкту визначається шляхом перевірки відповідності альтернативних варіантів використання таким критеріям, як:

- технічна можливість використання;
- юридична дозволеність використання;
- економічна доцільність використання.

Висновок про найбільш ефективне використання об'єкту приймається таким чином.

Найбільш ефективний варіант використання об'єкту з точки зору технічної можливості обирається, виходячи з його фізичних параметрів, конструктивних особливостей тощо.

Вибір найбільш ефективного варіанта використання об'єкту за критерієм юридичної дозволеності передбачає розгляд тих способів використання об'єкту, які дозволені законодавством України та розпорядженнями органів місцевого самоврядування, обмеженнями на приватну ініціативу, положеннями про історичні зони, планами розвитку міст і екологічним законодавством.

Визначення економічної доцільності при виборі найбільш ефективного варіанта використання об'єкту передбачає розгляд того, яке технічно здійсненне та дозволене законодавством використання буде забезпечувати прийнятний дохід власнику при найменших капітальних вкладеннях та максимальному терміні використання об'єкту [11].

Разом із цим, при обґрунтуванні найбільш ефективного використання промислової будівлі після реконструкції зі зміною функціонального призначення необхідно також брати до уваги такі чинники, як:

- потенціал місця розташування об'єкту;
- ринковий попит.



Аналіз потенціалу місця розташування промислової будівлі передбачає оцінювання:

- транспортної інфраструктури;
- інженерної інфраструктури;
- соціальної інфраструктури;
- благоустрою території;
- естетичної та ландшафтної цінності;
- інженерно-геологічних умов;
- складності виробництва будівельних робіт.

При аналізі потенціалу місця розташування промислової будівлі потрібно зважати на превалюючий у цьому районі тип землекористування, а також доступність об'єкту. Також при аналізі місця розташування об'єкту потрібно врахувати несумісні варіанти землекористування, різноманітні незручності та небезпеки.

Аналіз ринкового попиту виконується з метою оцінювання поєднуваності варіанту використання будівлі, що розглядається, з ринковою кон'юнктурою.

За результатами аналізу технічного стану об'єктів, стисненості території об'єкта реконструкції, насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами і мережами та умов їх експлуатації, а також з урахуванням обраної майбутньої функції визначається перелік необхідних ремонтних і реконструктивних заходів.

Відповідно позначимо через  $D$  множину всіх способів реконструкції, які можна застосувати до кожної промислової будівлі з множини  $P$ . Упорядкуємо ці способи реконструкції та позначимо їх як  $d_1, d_2, \dots, d_q$ .

Таким чином,

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_h, \dots, d_q\} = \{d_h\}, \quad (2.6)$$

де  $h = \overline{1, q}$ .

Якщо для кожного промислової будівлі  $p_u$  із множини  $P$  можна визначити підмножину  $D'_u$  з  $D$ , яка складається з допустимих для цієї промислової будівлі способів її реконструкції, тобто для об'єкта  $p_u$  допустимою підмножиною буде  $D'_u$ , то для об'єкта  $p_1$  допустимою підмножиною буде  $D'_1$ , для об'єкта  $p_2$  допустимою підмножиною буде  $D'_2$ , і т.д., а для об'єкта  $p_r$  допустимою підмножиною буде  $D'_r$  (множина  $D'_u$  включається в множину  $D$  ( $D'_u \subset D$ ), тобто всі елементи множини  $D'_u$  є елементами множини  $D$ ), при цьому:

$$q_u \leq q, \quad (2.7)$$

де  $q_u$  – кількість допустимих способів реконструкції промислової будівлі  $p_u$ .

Позначимо через  $d'_u$  ( $u = \overline{1, r}$ ) змінну, яка приймає свої значення з множини  $D'_u$ . Тоді  $(d'_1, d'_2, \dots, d'_u, \dots, d'_r)$  при кожному конкретному значенні змінних  $d'_1 \in D'_1, d'_2 \in D'_2, \dots, d'_u \in D'_u, \dots, d'_r \in D'_r$  буде представляти собою варіант реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

В свою чергу, позначимо через  $B$  множину інженерних споруд, розташованих у межах промислової території, яка розглядається з метою реконструкції.

Впорядкуємо інженерні споруди з множини  $B$  та позначимо їх як  $b_1, b_2, \dots, b_e$ .

Тоді множина інженерних споруд  $B$  матиме такий вигляд:

$$B = \{b_1, b_2, \dots, b_l, \dots, b_e\} = \{b_l\}, \quad (2.8)$$

де  $l = \overline{1, e}$ .

Позначимо через  $O$  множину всіх способів реконструкції інженерних споруд  $B$ . Упорядкуємо ці способи реконструкції інженерних споруд та позначимо їх як  $o_1, o_2, \dots, o_w$ .

Таким чином,

$$O = \{o_1, o_2, \dots, o_v, \dots, o_w\} = \{o_v\}, \quad (2.9)$$

де  $v = \overline{1, w}$ .

Якщо для кожної інженерної споруди  $b_l$  із множини  $B$  можна визначити підмножину  $O'_l$  з  $O$ , яка складається з допустимих для цієї інженерної споруди способів її реконструкції, тобто для об'єкта  $b_l$  допустимою підмножиною буде  $O'_l$ , то для об'єкта  $b_1$  допустимою підмножиною буде  $O'_1$ , для об'єкта  $b_2$  допустимою підмножиною буде  $O'_2$ , і т.д., а для об'єкта  $b_e$  допустимою підмножиною буде  $O'_e$  (при цьому множина  $O'_e$  включається в множину  $O$  ( $O'_e \subset O$ ), тобто всі елементи множини  $O'_e$  є елементами множини  $O$ ), при цьому:

$$w_l \leq w, \quad (2.10)$$

де  $w_l$  – кількість допустимих способів реконструкції інженерної споруди  $b_l$ .

Якщо позначити через  $o'_l$  ( $l = \overline{1, k}$ ) змінну, яка приймає значення з множини  $O'_l$ , то  $(o'_1, o'_2, \dots, o'_l, \dots, o'_e)$  при кожному конкретному значенні змінних  $o'_1 \in O'_1, o'_2 \in O'_2, \dots, o'_l \in O'_l, \dots, o'_e \in O'_e$  являтиме собою варіант реконструкції інженерних споруд.

Аналогічним чином формуємо множину інженерних мереж та відповідних способів їх реконструкції.

Позначимо як  $C$  множину інженерних мереж, що знаходяться в межах промислової території, яка розглядається з метою реконструкції.

Впорядкуємо інженерні мережі з множини  $C$  та позначимо їх як  $c_1, c_2, \dots, c_x$ .

Отже, множина інженерних мереж  $C$  матиме такий вигляд:

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_y, \dots, c_x\} = \{c_y\}, \quad (2.11)$$

де  $y = \overline{1, x}$ .

Якщо позначити як  $F$  множину всіх способів реконструкції інженерних мереж  $C$ , упорядкувати ці способи реконструкції та позначити їх як  $f_1, f_2, \dots, f_\beta$ , то:

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_\alpha, \dots, f_\beta\} = \{f_\beta\}, \quad (2.12)$$

де  $\alpha = \overline{1, \beta}$ .

Якщо для інженерної мережі  $c_y$  із множини  $C$  можна сформувати підмножину  $F'_y$  з  $F$ , яка складається з допустимих для цієї інженерної мережі способів її реконструкції, тобто для інженерної мережі  $c_y$  допустимою підмножиною буде  $F'_y$ , то для інженерної мережі  $c_1$  допустимою підмножиною буде  $F'_1$ , для інженерної мережі  $c_2$  допустимою підмножиною буде  $F'_2$ , і т.д., а для інженерної мережі  $c_x$  допустимою підмножиною буде  $F'_x$  (множина  $F'_y$  включається в множину  $F$  ( $F'_y \subset F$ ), тобто всі елементи множини  $F'_y$  є елементами множини  $F$ ), при цьому:

$$\beta_y \leq \beta, \quad (2.13)$$

де  $\beta_y$  – кількість допустимих способів реконструкції інженерної мережі  $c_y$ .

Якщо позначити як  $f'_y$  ( $y = \overline{1, x}$ ) змінну, яка приймає свої значення з множини  $F'_y$ , то  $(f'_1, f'_2, \dots, f'_y, \dots, f'_x)$  при кожному конкретному значенні змінних  $f'_1 \in F'_1, f'_2 \in F'_2, \dots, f'_y \in F'_y, \dots, f'_x \in F'_x$  являтиме собою варіант реконструкції інженерних мереж.

Тоді загальна кількість допустимих варіантів реконструкції ( $\gamma$ ), виходячи з розташованих у межах промислової території  $r$  промислових будівель,  $e$  інженерних споруд та  $x$  інженерних мереж, дорівнюватиме добутку кількості допустимих способів реконструкції за кожним із цих об'єктів:

$$\gamma = \delta \cdot \varepsilon \cdot \lambda, \quad (2.14)$$

$$\delta = \prod_{u=1}^r q_u, \quad (2.15)$$

$$\varepsilon = \prod_{l=1}^e w_l, \quad (2.16)$$

$$\lambda = \prod_{y=1}^x \beta_y, \quad (2.17)$$

де  $\delta$  – загальна кількість допустимих варіантів реконструкції промислових будівель, розташованих у межах промислової території;

$\varepsilon$  – загальна кількість допустимих варіантів реконструкції інженерних споруд, розташованих у межах промислової території;

$\lambda$  – загальна кількість допустимих варіантів реконструкції інженерних мереж, розташованих у межах промислової території.

Протягом життєвого циклу, після реконструкції, промислові будівлі мають задовольняти вимогам щодо:

- енергоефективності;
- екологічності;
- якості;
- безпечності.

Таким чином, якщо позначити як  $E$  підмножину варіантів з  $\gamma$ , яка задовольняє вимогам енергоефективності ( $E \subset \gamma$ ), позначити як  $K$  підмножину варіантів з  $\gamma$ , яка задовольняє вимогам екологічності ( $K \subset \gamma$ ), позначити як  $Q$  підмножину варіантів з  $\gamma$ , яка задовольняє вимогам якості ( $Q \subset \gamma$ ), як  $R$  позначити підмножину варіантів з  $\gamma$ , яка задовольняє вимогам безпечності ( $R \subset \gamma$ ), тоді їх перетин являтиме собою сукупність допустимих варіантів реконструкції, при яких одночасно дотримуються вимоги щодо енергоефективності, екологічності, якості та безпечності ( $E \cap K \cap Q \cap R \subset \gamma$ ).

В якості критеріїв порівняння альтернативних допустимих варіантів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення і вибору найбільш раціонального з них, що характеризуватимуть якість прийнятого рішення та представлятимуть екстремальне значення цільової функції, пропонується розглядати мінімум тривалості і мінімум вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

Це можна представити такою математичною моделлю:

$$\sum_{u=1}^r c(d'_u) + \sum_{l=1}^e c(o'_l) + \sum_{y=1}^x c(f'_y) \rightarrow \min \quad (2.18)$$

при цьому мають виконуватись умови:

$$d'_u \in E \cap K \cap Q \cap R; \quad (2.19)$$

$$o'_l \in E \cap K \cap Q \cap R; \quad (2.20)$$

$$f'_y \in E \cap K \cap Q \cap R; \quad (2.21)$$

$$\delta \geq \delta_{min}; \quad (2.22)$$

де  $c(d'_u)$  – вартість реконструкції промислової будівлі  $p_u$  допустимим способом  $d'_u$ , грн.;

$c(o'_l)$  – вартість реконструкції інженерної споруди  $b_l$  допустимим способом  $o'_l$ , грн.;

$c(f'_y)$  – вартість реконструкції інженерної мережі  $c_y$  допустимим способом  $f'_y$ , грн.;

$\delta$  – величина загальної площі будівлі, яка може бути отримана в результаті реконструкції, м<sup>2</sup>;

$\delta_{min}$  – мінімальне значення величини загальної площі будівлі, яка має бути отримана в результаті реконструкції, м<sup>2</sup>.

## **2.2 Вибір і обґрунтування доцільності застосування методів дослідження та оброблення результатів**

Для пошуку раціональних рішень, що найбільше відповідають бажаним (заданим) техніко-економічним характеристикам (показникам), пропонується застосування статистичного моделювання проектів як керованих процесів. Разом із цим при виборі раціонального рішення доцільно враховувати вплив

визначальних організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів із дотриманням вимог щодо економічності, енергоощадності, безпечності, якості та екологічності.

При формуванні переліку факторів, що впливають на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення необхідно дотримуватись таких вимог:

- наявність достатньо великої кількості спостережень щодо досліджуваних факторів і показників;
- точність, повнота та репрезентативність одержаної інформації;
- адекватність інформації завданням виконуваного дослідження;
- достовірність зібраної інформації;
- оперативність і об'єктивність інформації;
- можливість кількісного вимірювання визначальних факторів;
- простота у застосуванні сформованого переліку факторів [197].

У подальшому дослідженні для вирішення завдання відбору і формалізації визначальних факторів, які характеризують специфічні умови реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення та здійснюють вплив на тривалість і вартість виробництва робіт, доцільно застосувати методи експертного оцінювання.

Доцільність застосування саме методів експертного оцінювання для прийняття обґрунтованого рішення щодо відбору зі складеного переліку тих факторів, що здійснюють визначальний вплив на тривалість і вартість виробництва робіт при реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, обумовлена недостатністю статистичних даних щодо пріоритетності впливу систематизованих факторів на показники ефективності організаційно-технологічних рішень.

Надійність рішень, ухвалюваних на підставі думок експертів, суттєво залежить від організації процедури збирання, аналізу і оброблення суджень експертів.



Основними етапами проведення експертного опитування є:

- формулювання мети експертного опитування і розроблення процедури опитування;
- формування групи фахівців-аналітиків (організаторів експертизи);
- формування експертної групи;
- проведення експертного опитування;
- аналіз та оброблення інформації, отриманої від експертів;
- синтез статистичної інформації та інформації, отриманої в результаті експертного опитування, з метою приведення її в форму, зручну для прийняття рішення [43, 197].

Формування сукупності експертів здійснюється згідно з їх компетентністю у галузі реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. Для цього можливо скористатись методом «сніжного клубка», відповідно до якого фахівець-аналітик (організатор експертизи) знає хоча б 3–5 осіб, які є фахівцями з досліджуваного питання. Від кожного з таких фахівців, що залучаються в якості експертів, отримують додаткову інформацію про ще 5–10 потенційних експертів. І так відбувається до тих пір, поки список потенційних експертів вже не поповнюється новими кандидатами [114, 197].

Таким чином, метод «сніжного клубка» є достатньо інформативним та ефективним, адже дозволяє виявити широке коло фахівців у досліджуваній галузі.

Для оцінювання компетентності фахівців застосовуються як методи самооцінювання компетентності експертів, так і методи взаємооцінювання компетентності експертів. При цьому враховуються:

- поінформованість фахівця щодо досліджуваної проблеми;
- виробничий досвід фахівця, пов'язаний із вирішуваною проблемою;
- кількість проектів, у підготовці, реалізації та експертизі яких фахівець брав участь;

– участь у семінарах, конференціях, нарадах, як в Україні, так і за кордоном, із досліджуваної проблеми;

– вплив інтуїції фахівця на ухвалювані рішення.

Значення коефіцієнта компетентності на основі самооцінювання змінюється в межах  $0 \leq K \leq 1$  [114].

Згідно з [43, 114, 197], кількість експертів в експертній групі ( $N$ ) визначається в межах  $N_{min} \leq N \leq N_{max}$  і варіюється від 10 до 150 осіб.

Максимальна чисельність експертної групи ( $N_{max}$ ) визначається таким чином:

$$N_{max} \leq \frac{3}{2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{K_{max}}, \quad (2.23)$$

де  $K_i$  – компетентність  $i$ -го експерта зі шкали компетентності;

$K_{max}$  – максимально можлива компетентність експерта зі шкали компетентності [114].

Мінімальна чисельність експертної групи ( $N_{min}$ ) може бути визначена таким чином:

$$N_{min} = 0,5 \cdot \left( \frac{3}{\varepsilon} + 5 \right), \quad (2.24)$$

де  $\varepsilon$  – задавана величина середньої помилки при додаванні або виключенні експерта [114].

В цьому дослідженні пропонується процедуру збирання експертних суджень здійснювати шляхом анкетного опитування. Пропонується заочне анкетне опитування, що обумовлено його відносною простотою та невисокою вартістю. Експертне опитування здійснюватиметься в один тур.

Експертам надсилається анкета з факторами, розташованими в довільному порядку. Кожному з факторів надано умовне позначення. Експертам пропонується виконати ранжування цих факторів у порядку значущості їх впливу на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

При ранжуванні експерт має розташувати фактори в порядку, який йому видається найбільш доцільним, і присвоїти кожному з них числа натурального ряду – ранги. При цьому ранг 1 відповідає найбільш високому ступеню значущості впливу при відборі факторів, а ранг  $N$  – найменшому. Відповідно порядкова шкала, що одержується в результаті ранжування, повинна задовольняти умові рівності числа рангів  $N$  числу ранжованих факторів  $n$  [66].

Ступінь узгодженості думок експертів визначається за допомогою коефіцієнта конкордації ( $W$ ) [43, 114]:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (2.25)$$

де  $m$  – число експертів;

$n$  – число факторів;

$S$  – сума квадратів відхилень сумарних рангів кожного фактора від середньої суми рангів, що визначається як:

$$S = \sum_{j=1}^n \Delta_j^2. \quad (2.26)$$

Для цього для  $j$ -го з  $n$  факторів визначається сума рангів із урахуванням думки  $i$ -го експерта із загальної кількості  $m$  експертів:

$$t_j = \sum_{i=1}^m R_{ji}, \quad (2.27)$$

де  $R_{ji}$  – значення рангу, наданого  $j$ -му фактору  $i$ -тим експертом;

після цього визначається середня сума рангів:

$$T = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_j, \quad (2.28)$$

а також їх різниця:

$$\Delta_j = t_j - T. \quad (2.29)$$

Значення коефіцієнту конкордації змінюються від 0 до 1. Якщо значення коефіцієнту конкордації  $W = 0$ , то узгодженість думок експертів відсутня, якщо значення коефіцієнту конкордації  $W = 1$ , то всі експерти дотримуються однакової думки.

Оцінка значущості коефіцієнту конкордації визначається величиною розподілу  $\chi^2$  із числом ступенів свободи  $d.f. = n - 1$  (так званий  $\chi^2$ -критерій Пірсона):

$$\chi^2 = m \cdot (n - 1) \cdot W. \quad (2.30)$$

Величина  $\chi^2$ , обчислена за формулою (2.30), порівнюється з табличним значенням  $\chi_{табл}^2$  при рівні значущості 0,05. Якщо  $\chi_{табл}^2 < \chi^2$ , то гіпотеза про значущість приймається [43, 66].

Для дослідження системного впливу визначальних факторів на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною

функціонального призначення доцільно застосовувати методи статистичного моделювання, зокрема кореляційний і регресійний аналіз.

За рівняннями регресії можна прогнозувати значення результативної ознаки при збільшенні або зменшенні значень факторних ознак на 10–15 %.

Щоб можна було впевнено користуватися результатами вирішення поставлених завдань, необхідно мати достовірні вихідні дані. Єдиним шляхом отримання інформації в таких випадках є збирання необхідних даних на інших подібних об'єктах та їх оброблення методами математичної статистики.

Оцінювання та обґрунтування достовірності, однорідності зібраної інформації та її підпорядкування закону нормального розподілу здійснюється за допомогою середньоквадратичного відхилення, коефіцієнта варіації, показника асиметрії, показника ексцесу.

Критерієм однорідності інформації є середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації, які розраховуються для кожного факторного та результативного показника. Також визначається відповідність вихідної інформації закону нормального розподілу.

Середньоквадратичне відхилення ( $\sigma$ ) показує абсолютне відхилення індивідуальних значень ( $x_i$ ) від середньоарифметичного ( $\bar{x}$ ) і розраховується за такою формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (2.31)$$

де  $n$  – кількість варіант.

Коефіцієнт варіації ( $V$ ), який характеризує відносну міру відхилення окремих значень від середньоарифметичного, визначається за допомогою такої формули:

$$V = \frac{\sigma}{x} \cdot 100. \quad (2.32)$$

Чим більше значення коефіцієнту варіації, тим відносно більший розкид і менша вирівненість досліджуваних об'єктів. Мінливість варіаційного ряду вважається незначною, якщо варіація не перевищує 10 %, середньою – якщо становить 10–20 %, значною – якщо вона більше 20 %, але не перевищує 33 %. Якщо ж значення коефіцієнту варіації більше 33 %, то це свідчить про неоднорідність вихідної інформації та необхідність виключення нетипових спостережень, які зазвичай бувають у перших і останніх ранжованих рядах вибірки [227].

На підставі коефіцієнта варіації можна визначити необхідний обсяг вибіркової сукупності ( $n$ ):

$$n = \frac{V^2 \cdot t^2}{m^2}, \quad (2.33)$$

де  $t$  – показник надійності зв'язку, який при рівні ймовірності  $P = 0,05$  дорівнює 1,96;

$m$  – показник точності розрахунків (допускається помилка 5 %) [227].

Згідно з законом нормального розподілу, основна маса досліджуваних відомостей за кожним показником повинна бути згрупована навколо її середнього значення, а об'єкти з дуже маленькими значеннями або з дуже великими повинні зустрічатися якомога рідше.

Показник асиметрії ( $A$ ) та його помилка ( $m_a$ ) розраховуються за формулою:

$$A = \frac{\sum (x - \bar{x})^3}{n\sigma^3}, \quad (2.34)$$

$$m_a = \sqrt{\frac{6}{n}}. \quad (2.35)$$

Показник ексцесу ( $E$ ) та його помилка ( $m_e$ ) розраховуються таким чином:

$$E = \frac{\sum (x - \bar{x})^4}{n\sigma^4}, \quad (2.36)$$

$$m_e = \sqrt{\frac{24}{n}}. \quad (2.37)$$

При симетричному розподілі  $A = 0$ . Відмінність від нуля вказує на наявність асиметрії в розподілі даних навколо середньої величини. Негативна асиметрія свідчить про те, що переважають дані з великими значеннями, а з меншими значеннями зустрічаються значно рідше. Позитивна асиметрія свідчить про те, що частіше зустрічаються дані з невеликими значеннями.

При нормальному розподілі показник ексцесу  $E = 0$ . Якщо  $E > 0$ , то дані густо згруповані біля середньої, утворюючи гостровершинність. Якщо  $E < 0$ , то крива розподілу буде плосковершинною. Однак якщо відношення  $A/m_a$  та  $E/m_e$  менше 3, то асиметрія і ексцес не мають істотного значення і досліджувана інформація підпорядковується закону нормального розподілу [227].

Найбільш складним питанням при створенні статистичних моделей є вибір математичної форми зв'язку, тобто аналітичної функції, що пов'язує елементи досліджуваної системи.

Для моделювання зв'язку між факторними і результативним ознаками, тобто підбору відповідного рівняння регресії, систематизовані фактори піддаються кореляційному та регресійному аналізу після представлення їх у вигляді парних (2.31) і багатofакторних (2.32) моделей:

$$Y = f(x), \quad (2.38)$$

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_n), \quad (2.39)$$

де  $Y$  – досліджуваний показник;

$x_i$  – організаційно-технологічні, технічні та управлінські фактори, які враховуються, при цьому  $i = \overline{1, n}$  [96, 97].

Для оцінювання якості (надійності) підбраного рівняння регресії використовуються: критерій Стюдента, критерій Фішера, коефіцієнт кореляції, коефіцієнт детермінації [98].

Коефіцієнт кореляції застосовується для вимірювання тісноти зв'язку між досліджуваним показником та факторами.

Коефіцієнт детермінації дозволяє визначити, на скільки варіація досліджуваного показника обумовлена зміною визначених факторів.

Фактичне значення критерію Фішера ( $F_{факт}$ ) порівнюється з табличним значенням ( $F_{табл}$ ) та приймається рішення про надійність зв'язку. Якщо дотримується умова  $F_{факт} > F_{табл}$ , то гіпотеза про відсутність зв'язку між досліджуваними показником і факторами відхиляється.

Автоматизація розрахунків здійснюється завдяки розробленню відповідних програмних продуктів.

Оцінювання ефективності отриманих результатів дослідження здійснюється на основі результатів виробничого впровадження [146, 149, 161].

## Висновки до розділу 2

1. Сформульовано концептуальні положення організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, які ґрунтуються на системному підході,



відповідно до якого промислові території та розташовані на них промислові будівлі розглядаються як елементи з певною сукупністю характеристик і властивостей, що враховуються при визначенні майбутньої функції в результаті реконструкції з забезпеченням екологічності, енергоефективності, якості та безпечності.

2. Запропоновано у загальному вигляді моделі для обґрунтування показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, які враховують вплив визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів.

3. Здійснено вибір і обґрунтування методів дослідження та оброблення отриманих результатів для досягнення поставлених завдань.

4. Основні наукові результати цього розділу опубліковані в працях автора [146, 149, 157, 161].

### РОЗДІЛ 3

## ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ПРІОРИТЕТНОГО ОНОВЛЕННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ

Перетворення промислових територій є одним із основних завдань розвитку найкрупніших і крупних міст України, зокрема м. Київ [144].

Площа промислових територій м. Київ станом на 2019 р. складає майже 6610 га, що становить 7,9 % від загальної площі міста. Промисловий та комунально-складський сектор економіки м. Київ формують близько 7660 підприємств, що зосереджені у 3 виробничих зонах, 17 районах, 29 територіальних групах підприємств, а також розташовуються поза їх межами [59].

На промислових та комунально-складських територіях зосереджено близько 11 % робочих місць. Більша частина промислових територій розташована на правобережжі. Серед них найбільшими виробничими територіями є промислові райони «Подільсько-Куренівський», «Нивки», «Відрадний», «Теличка» та інші.

На лівобережжі знаходяться крупні промислово-виробничі території – промислові райони «Дарницький», «Дніпровський», «Троєщина» та інші.

Підприємства, що розміщені в центральній частині м. Київ, на сьогодні ні за функціональними ознаками, ні за якістю та характером забудови не відповідають містобудівним вимогам.

Підприємства, розташовані в прибережній смузі р. Дніпро в межах промислових районів «Теличка» та «Подільсько-Куренівський», займають найбільш цінні і інвестиційно-привабливі території.

На виробничих територіях міста сформувалися значні ділянки, на яких розташовані виробничі будівлі та технологічні споруди, що не використовуються за призначенням. Такі ділянки часто характеризуються високим рівнем забруднення і потребують значних інвестицій на

рекультивуацію та відновлення. Найбільша кількість таких територій у м. Київ зосереджена у віддалених від центру міста районах, недостатньо привабливих у інвестиційному відношенні виробничих територіях. Це, зокрема, промислові райони «Нивки» та «Дніпровський».

Більшість підприємств потребують реструктуризації, перепрофілювання, забезпечення санітарного та екологічного оздоровлення середовища, більш ефективного використання територій, суттєвого поліпшення архітектурної та естетичної якості забудови.

Перетворення деградованих і непорядкованих промислових територій на сучасні центри життєдіяльності потребує прогнозування територій пріоритетного оновлення та реконструкції зі зміною функціонального призначення. При цьому в якості заходів, спрямованих на перетворення деградованих і непорядкованих промислових територій, зважаючи на європейський досвід, доцільно відзначити такі:

– розроблення проектів розвитку нових високотехнологічних галузей, модернізації існуючих промислових підприємств, створення інноваційних економічних кластерів, технологічних парків, бізнес-інкубаторів шляхом інтеграції виробництва і науково-дослідних установ; при впровадженні таких проектів оптимальними будуть виробничі території, розташовані в серединній і периферійній зонах міста з розвинутою транспортною інфраструктурою;

– розроблення і реалізація проектів розвитку мережі багатофункціональних бізнес-центрів із розміщенням у них готелів, виставкових зал, коворкінгів тощо, на основі переобладнання промислових будівель; при реалізації цього напряму найсприятливішими для цього будуть території, що розміщуються вздовж транспортних магістралей в серединній та периферійній зонах міста;

– реконструкція промислових будівель, які мають архітектурну та/або історичну цінність, для формування креативних просторів (музеїв, концерт-

холів, творчих майстерень тощо), а також громадських, культурних центрів тощо [144].

Перспективи розвитку та використання промислових і комунально-складських територій м. Київ представлено в табл. 3.1 та додатку А.

Таблиця 3.1 – Перспективи розвитку та використання промислових територій м. Київ [59]

Назва промислових утворень	Сучасна площа промислово-комунальних утворень, га	Перспективне функціональне використання			
		Виробнича функція		Перепрофілювання під інші комерційні функції	
		Площа, га	Переважаючий вид використання	Площа, га	Переважаючий вид використання
1	2	3	4	5	6
Промрайон «Біличі»	76,7	73,3	Виробництво неметалевої мінеральної продукції, деревообробна промисловість та виготовлення виробів із деревини, комунально-складська, науково-виробнича діяльність ТОВ «Катех-Електро», ЗАТ «Білицький ДОК», Деревообробний завод	3,3	Розміщення на надлишках території житлово-громадської забудови
Промрайон «Нивки»	541,3	430,8	Машинобудування, виробництво неметалевої мінеральної продукції, комунально-складські об'єкти, науково-дослідна та виробнича база Київського державного авіаційного заводу «Авіант», ВАТ «Київмедпрепарат», ПрАТ «ОПІС»	110,5	Громадська забудова (діловий центр «Нивки-Сіті», бізнес-парк, адміністративно-офісні центри, спортивний комплекс, офісно-готельний центр, торгівельно-розважальні центри), житлова багатоквартирна забудова, об'єкти соціальної сфери, підприємства науково-виробничого призначення, об'єкти інженерної та

Завершення таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
					транспортної інфраструктури
Промрайон «Микільська Борщагівка»	239	154,5	Машинобудування, поліграфічна діяльність, виробництво неметалевої мінеральної продукції, об'єкти транспорту, виробництво фармацевтичних препаратів, виробництво ювелірних виробів, логістика, комунально-складські об'єкти і бази, ПАТ «Електротехнічний завод», ВАТ «Завод спеціальних залізобетонних виробів», ПАТ «Завод будівельних виробів», Трамвайне депо КП «Київпаstrans», автобаза ВАТ «Київметробуд», Поліграфічний комбінат «Преса України», КП «Фармація» аптечна база, ПАТ НВЦ «Борщагівський хіміко-фармацевтичний завод», Київське державне підприємство «Ізумруд»	84,5	Житлово-громадська забудова, об'єкти соціальної сфери та інженерно-транспортної інфраструктури

Згідно з даними, представленими в табл. 3.1 та додатку А, понад 25 % територій, які на сьогодні мають промислове та комунально-складське призначення, в перспективі мають змінити своє функціональне призначення, переважно під житлову і громадську забудову, а також об'єкти соціальної сфери, інженерної та транспортної інфраструктури.

Частину промислових територій буде використано для розміщення індустріального парку (табл. 3.2).

Разом із цим майже 75 % промислових територій продовжуватимуть використовуватись за первинним призначенням (додаток А), проте при цьому передбачається, що:

Таблиця 3.2 – Перспективи розвитку промислових територій м. Київ

[59]

Назва промислових утворень	Сучасна площа промислово-комунальних утворень, га	Перспективне функціональне використання			
		Виробнича функція		Перепрофілювання під інші комерційні функції	
		Площа, га	Переважаючий вид використання	Площа, га	Переважаючий вид використання
Промрайон «Троєщина»	305	488,9	Виробництво та розподілення теплової та електричної енергії, об'єкти транспорту, комунально-складська, машинобудування, науково-дослідна база Філія АК «Київенерго», ТЕЦ № 6, Банкотно-монетний двір НБУ, Індустріальний парк «Київська бізнес-гавань»	–	Створення індустріального парку

– зберігаються лише бюджетоутворюючі підприємства, які здійснюють успішну виробничу діяльність, є екологічно безпечними і мають якісну забудову;

– для забезпечення санітарного і екологічного оздоровлення середовища відбуватиметься винесення шкідливих виробництв I та II класів шкідливості за межі міста, розміщення в межах міста лише підприємств III–V класів шкідливості;

– освоєння нових територій для промислової забудови в існуючих межах м. Київ відбуватиметься на територіях промислових районів «Троєщина» та «Осокорки», з урахуванням поліпшення інженерної підготовки та інфраструктурного забезпечення для забезпечення найбільш сприятливих інвестиційних умов;

– відбудеться перепрофілювання частини виробничих територій для інженерної та транспортної інфраструктур.

Реалізація наведених рішень щодо перспективного функціонального використання і розвитку промислових територій потребує:

– здійснення інвентаризації виробничих територій, будівель і споруд, що розташовані на них;

- проведення оцінювання ефективності використання промислових територій за такими критеріями, як: обсяги реалізованої продукції, податки до бюджету, обсяги шкідливих викидів в атмосферу, ґрунт, обсяги стічних вод, обсяги утворення відходів;

- максимальне використання існуючих промислових підприємств для нарощування їх виробничих потужностей з метою інтенсифікації виробництва, при цьому можливо вивільнення частини земельних ділянок та виробничих площ для передачі їх іншим користувачам;

- розроблення механізму вивільнення земельних ділянок, які неефективно використовуються промисловими підприємствами;

- організація та проведення заходів, спрямованих на залучення інвесторів та учасників до проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

Отже, реалізація таких проектів передбачає створення громадсько-ділових центрів, житлових мікрорайонів, культурно-мистецьких та спортивних комплексів, зон відпочинку, а також індустріальних парків. За таких умов міста будуть планомірно оновлюватись із дотриманням європейських стандартів та принципів, зберігаючи свою самобутність і привабливість.

Вибір саме таких майбутніх функцій для колишніх промислових територій і будівель обумовлений недоліками існуючої забудови та інфраструктури [134, 136, 139, 144, 145, 147, 159].

### **3.1 Розвиток об'єктів соціальної інфраструктури при реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення**

Слід відзначити такі недоліки існуючої соціальної інфраструктури:

- невідповідність соціальної інфраструктури міста потребам містян: скорочення мережі дитячих дошкільних та позашкільних закладів, дитячих і

спортивних майданчиків, торгівельних закладів і закладів побутового обслуговування у житлових мікрорайонах;

- недостатня пристосованість міського середовища для життя людей із особливими потребами;

- соціальна інфраструктура міста та тенденції її розвитку не забезпечує рівного доступу всіх соціальних груп населення до якісних послуг.

Таким чином, існує об'єктивна потреба у комплексному розвитку закладів і підприємств повсякденного, періодичного та епізодичного обслуговування залежно від характеру, кількості і рівня розвитку їх послуг, частоти користування ними.

При розміщенні закладів і підприємств обслуговування необхідно враховувати радіус досяжності.

Розвиток об'єктів громадського обслуговування потрібно здійснювати за такими напрямками:

- забезпечення рівних соціальних можливостей особам із особливим соціальним статусом та особливими потребами (інвалідам, людям похилого віку, неповним сім'ям, дітям-сиротам);

- сприяння збереженню та укріпленню фізичного та психічного здоров'я населення, тривалості активного життя кожної людини;

- здійснення комплексних заходів у сфері культури та спорту, торгівлі і побутового обслуговування, розвиток інфраструктури комунального господарства;

- сприяння збільшенню обсягів та підвищенню якості послуг, які надаються об'єктами соціальної сфери, за рахунок реконструкції та інтенсифікації використання існуючого фонду, будівництва нових типів підприємств [136].

При цьому розвиток об'єктів сфери дозвілля має ґрунтуватись на принципі поліфункціоналізації [136]. Колишні промислові території, будівлі та споруди можуть бути використані для розміщення об'єктів сфери



дозвілля, тобто підприємств і організацій, основна діяльність яких пов'язана із задоволенням потреб людини у розвагах. До цієї сфери належать: заклади культурного відпочинку (кінотеатри, театри, хореографічні студії, мистецькі школи, концертні установи, клуби); розважальні і видовищні заклади (цирки, ярмарки, парки відпочинку та розваг, нічні клуби); заклади активного відпочинку (спортивні клуби різних видів, більярдні салони, басейни, іподроми, ковзанки, треки); ресторани, кафе; зони відпочинку та історико-культурні місця; готельне господарство (хостели, готелі, туристичні та спортивні бази, центри відпочинку).

Паркова індустрія включає, передусім, мережу парків відпочинку, садів, а також тематичні, спеціалізовані парки (парки розваг, зоопарки, гідропарки, спортивні, аквапарки), паркові комплекси, які обслуговують різноманітні верстви населення.

Вагомим фактором розширення туристично-екскурсійної діяльності є розвиток інфраструктури готельного господарства. Характеристики процесу функціонування рекреаційної сфери пов'язані з позитивними і негативними факторами соціально-економічного розвитку міста. Серед перших – його вигідне географічне положення на перетині розгалужених транспортно-комунікаційних мереж України, Європи та світу, значні природні рекреаційні та унікальні історико-культурні ресурси, висококваліфікований кадровий потенціал, достатньо сформована мережа об'єктів оздоровлення і відпочинку та прийому гостей міста.

В зв'язку з кризовими явищами, пов'язаними з обмеженістю інвестицій на нове будівництво, сповільнюється розвиток мережі підприємств торгівлі та ресторанного господарства. Розвиток мережі здійснюватиметься частково завдяки перепрофілюванню об'єктів, зумовленому, зокрема, змінами структури попиту споживачів. Зростатиме кількість місць роздрібною торгівлі виробами продовольчої групи і транспортними засобами, продовжуватиметься активне формування мережі великих багатопрофільних і спеціалізованих торгових підприємств (супер- та гіпермаркетів із широким

асортиментом продовольчих і супутніх товарів, будинків торгівлі та торгових центрів з універсальним асортиментом товарів, магазинів меблів, телерадіоапаратури і побутової техніки, будівельних матеріалів), які вирізняються кращими можливостями раціоналізації технологій обслуговування та інших торговельних процесів, розширенням спектру додаткових послуг. Динаміка мережі об'єктів ресторанного господарства характеризуватиметься збільшенням кількості та частки закладів швидкого обслуговування, технологія і організація виробництва яких зорієнтовані на використання продукції високого ступеня готовності. Значному притоку інвестицій в розвиток торгівлі та ресторанного господарства сприятиме освоєння площ, виділених для цих об'єктів у межах підземних просторів.

Поліпшення якості та розширення асортименту продовольчих і непродовольчих товарів, що реалізуються через мережу підприємств і закладів торгівлі й ресторанного господарства, підвищення рівня конкурентоспроможності та рентабельності вітчизняних виробників потребують:

- створення системи оптово-роздрібних товарних ринків – спеціалізованих та універсальних, які розміщуватимуться в периферійних районах міста поблизу транспортних вузлів та надаватимуть виробникам продукції і посередникам різноманітні транспортні, експедиційні, банківські, поштові, юридичні та маркетингові послуги;

- відновлення оптової торгівлі непродовольчими товарами (насамперед меблями, телерадіоапаратурою, побутовою технікою тощо);

- проведення періодичних (наприклад, сезонних) загальноміських і районних ярмарків продовольчих та непродовольчих товарів із залученням виробників (зокрема, сільськогосподарських підприємств та фермерів).

Перспективні напрямки побутового обслуговування населення включають:

- розширення мережі комплексних сервісних центрів із ремонту та утилізації побутової і комп'ютерної техніки та телерадіоапаратури, ремонту, обслуговування і прокату транспортних засобів;

- подальше зростання кількості закладів, які надають послуги з догляду за людиною (перукарські, косметологічні, оздоровчі, лікувального масажу) та санітарно-гігієнічні (хімчистка, прання), а також підприємств із ремонту і догляду за житлом, виготовлення теслярських і столярних виробів, ремонту взуття, надання фотопослуг;

- розвиток економічно доступних та дрібних об'єктів побутового обслуговування в поєднанні з підприємствами, зорієтованими на надання комплексу послуг вищої якості найбільш платоспроможним споживачам (салони краси, авторські салони з пошиття одягу, сауни, фірмові сервісні центри з ремонту і технічного обслуговування побутової та комп'ютерної техніки, телерадіоапаратури тощо).

Потреби у розвитку системи громадського обслуговування мають визначатися з урахуванням прогнозу росту чисельності наявного і постійного міського населення, його вікової структури, існуючих додаткових потреб в розвитку установ та підприємств, вибуття існуючих об'єктів у зв'язку з їх фізичним та моральним зносом.

Подальший розвиток, модернізацію, приведення у відповідність до ринкових умов інфраструктури житлово-комунального господарства міста стримує неефективна система управління житлово-комунальним господарством, високий ступінь їх монополізації, нерозвиненість ринку послуг із керування житловим фондом, незадовільні темпи утворення об'єднань співвласників багатоквартирних будинків, що негативно впливає на якість послуг із утримання житлового господарства та значний рівень зносу об'єктів [136].

### **3.2 Розвиток транспортної інфраструктури при реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення**

При розвитку міст України як компактних міст необхідно прагнути до оптимальних їх меж. При цьому мають бути скоординовані землекористування та транспортне планування. Ключовою проблемою, що перешкоджає організації зручного транспортного обслуговування населення, є перевантаженість транспортно-дорожньої мережі, нестача гаражів та автостоянок. Одним із напрямків подальшого розвитку транспортно-дорожньої інфраструктури є зміна функціонального призначення частини деградованих промислових територій міста.

В умовах мінливих потреб мешканців міст особливого значення набуває не просто реконструкція промислових будівель, а модернізація транспортної інфраструктури [145, 147]. Це цілком відповідає базовим принципам європейської регіональної політики, згідно з якою стратегічними завданнями розвитку міст України є розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури та поліпшення транспортного забезпечення.

За останні 30 років в існуючих межах міста відбулося спорудження комерційного житла, торговельно-розважальних комплексів на земельних ділянках, які раніше передбачалися для розміщення об'єктів соціальної сфери, зелених насаджень, транспортно-дорожньої мережі [145]. Загальний аналіз існуючого стану транспортної інфраструктури міста показує, що після падіння обсягів перевезення пасажирів громадським транспортом в першій половині 1990-х років упродовж останнього десятиріччя спостерігається відновлення позитивної динаміки цього показника.

Аналізуючи існуючий стан системи автомобільних доріг, вулично-дорожньої мережі, їх завантаження та організацію дорожнього руху, можна зробити такі висновки:

- пропускна спроможність мережі на основних напрямках не відповідає обсягам транспортних потоків;

- практично відсутні об'їзні автомобільні дороги для руху транзитного транспорту за межами міської забудови;
- недостатня кількість дублерів автодорожніх підходів до міста, міських радіальних і кільцевих магістралей;
- ширина проїзних частин багатьох вулиць недостатня, система організації дорожнього руху недосконала.

Розширення площі житлових масивів, збільшення чисельності населення та підвищення його мобільності потребує нарощування інфраструктурного потенціалу транспортної галузі міста.

При цьому транспортно-дорожній комплекс розглядається як сукупність шляхів сполучення, перевізних засобів, технічних пристроїв і механізмів, засобів управління та зв'язку, обладнань усіх видів транспорту, що функціонує як складна система економічних, технологічних, технічних, екологічних, інформаційних і правових відносин, основною метою якої є максимальне задоволення потреб національного господарства та населення в перевезеннях вантажів і пасажирів.

Відсутність транспортно-складських комплексів на дальніх під'їздах до міст перезавантажує вулично-дорожню мережу міст великоваговим вантажним транспортом. Існуючий автовокзал морально та фізично застарілий, не відповідає технологічним вимогам щодо обслуговування пасажирів і рухомого складу, містобудівним критеріям їх розміщення. Відсутність пересадочних вузлів із об'єктами для тимчасового зберігання індивідуального легкового транспорту в районах периферійних станцій метрополітену, міської залізниці призводить до перевантаження вулично-дорожньої мережі міста потоками легкових автомобілів, зменшення пропускної спроможності вулично-дорожньої мережі через запарковані на проїзній частині автомобілі, особливо в центральній частині міста.

Разом із тим спостерігається хронічне відставання темпів розвитку вулично-дорожньої мережі від реальних потреб міста. Поширені останнім часом реконструкція та капітальний ремонт окремих об'єктів не впливають

на зростання щільності магістральної мережі і не вирішують проблему дефіциту транспортних зв'язків на основних напрямках транспортних потоків.

Умови дорожнього руху міста відзначаються жорстким регулюванням, постійним зниженням швидкостей руху, збільшенням кількості заторних ситуацій, зростанням витрат часу пасажирями легкового та громадського транспорту.

На інтенсивність експлуатації дорожньо-транспортної мережі безпосередньо впливає швидке зростання парку автотранспорту. За останні 20 років кількість автотранспортних засобів, зареєстрованих у місті, зросла більше ніж на 90 %.

Зволікання з вирішенням низки нагальних проблем у транспортному комплексі міста обумовили поглиблення невідповідності між пропускною спроможністю і конфігурацією транспортної мережі та потребами в ній, про що свідчать:

- незадовільні експлуатаційні характеристики рухомого складу громадського транспорту. Близько 70 % парку транспортних засобів має понаднормативний знос (один і більше амортизаційних строків), значна частина наявної техніки не відповідає екологічним і ергономічним вимогам, не вистачає автобусів великої місткості, трамваїв і тролейбусів, практично не враховуються потреби маломобільних верств населення;

- перевантаженість мостів через р. Дніпро, нестача необхідних мостових переходів, істотні відмінності в транспортному забезпеченні між лівобережною та правобережною частинами міста;

- недостатньо розвинута кільцева структура автомобільних доріг навколо міста, що збільшує навантаження на магістралі та погіршує технічних стан дорожнього покриття;

- скорочення довжини трамвайних колій і заміна трамвайних маршрутів на більш невігідний, з огляду на стан докільця і безпеку руху, вид транспорту – маршрутні таксі;

- зношеність спеціальної техніки для обслуговування колійного й енергетичного господарства електротранспорту;
- невідповідність між обсягами будівництва тролейбусних ліній і придбанням для них тролейбусів (для нормального функціонування новозбудованої лінії на кожен її кілометр слід закуповувати 4-5 тролейбусів);
- низька ефективність диспетчерської системи управління пасажиропотоками.

Наслідками перелічених проблем є:

- погіршення комфортності пасажирських перевезень, зростання витрат часу на транспортні послуги (включаючи очікування транспортного засобу та сам процес переїзду), що підвищує фізичну і психологічну втому людини;
- збільшення аварійності, числа загиблих і поранених унаслідок дорожньо-транспортних пригод;
- зростання забруднення довкілля шкідливими речовинами, шумового та теплового забруднення.

Значний спектр проблем у громадському транспорті міста спричинений низькою ефективністю організаційно-економічного механізму галузі, включаючи недосконалість підходів до тарифного регулювання, а також компенсації втрат підприємств міського транспорту, пов'язаних із перевезенням пільгових категорій населення.

Підсумовуючи наслідки розвитку міського пасажирського транспорту, слід визначити, що загальним для всіх видів є недостатня кількість рухомого складу та відповідної виробничої бази, що обмежує можливості підвищення якості обслуговування пасажирів (збільшення частоти руху на маршрутах з відповідним зменшенням інтервалів руху, наповнення рухомого складу в години «пік» тощо).

Таким чином, реалізація мети щодо формування системи високоефективного транспортного комплексу, спроможного задовольнити потреби населення у відповідних послугах, забезпечити раціональне

використання переваг транспортно-географічного розташування міста та мінімізації екологічних наслідків потребує визначення таких пріоритетних напрямків розвитку:

- пріоритетний та випереджаючий розвиток швидкісного рейкового пасажирського транспорту (метрополітену, швидкісного трамваю, міської залізниці);

- перехід від практики вибіркової реконструкції окремих, найбільш перевантажених елементів вулично-дорожньої мережі до комплексної реконструкції та будівництва магістралей і транспортних вузлів у різних рівнях;

- оптимізація кількості та технічного стану рухомого складу громадського транспорту;

- забезпечення швидкого, зручного і безпечного транспортного сполучення між усіма функціональними зонами столиці на основі розширення вулично-дорожньої мережі та географії рейсів, ліквідації диспропорцій між їх пропускнуою спроможністю та необхідністю підвищення інтенсивності руху;

- створення системи об'їзних магістралей із урахуванням потреб подальшого територіального розвитку міста, формування транспортно-логістичних кластерів.

Випереджальний розвиток транспортно-дорожнього комплексу забезпечить модернізація транспортної інфраструктури.

Заходи щодо її вдосконалення спрямовані на збільшення пропускнуої спроможності на основних напрямках транспортних потоків, підвищення швидкості та безпеки руху, зниження негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище.

Основні заходи з розвитку вулично-дорожньої мережі передбачають подальший комплексний розвиток вузла зовнішніх автошляхів та магістральної мережі міста з урахуванням напрямків територіального розвитку міста.



Основні напрями перспективного розвитку магістральної вулично-дорожньої мережі міста спрямовані на:

- подальший розвиток і вдосконалення існуючої системи магістралей;
- підвищення класу магістралей від центру до периферії;
- підвищення щільності магістральної мережі;
- підвищення швидкості транспортних потоків на основних напрямках, комфортності та безпеки руху транспорту;
- підвищення пропускної спроможності магістральної мережі;
- будівництво нових транспортних зв'язків для забезпечення єдності магістральної мережі правобережної та лівобережної частин міста;
- створення системи обхідних магістралей для пропуску транзитних транспортних потоків автотранспорту;
- максимальне зниження негативного впливу автотранспорту на навколишнє середовище.

Перспективна схема вуличної мережі має враховувати комплексний розвиток вузла зовнішніх автодоріг і магістральної мережі міста в органічному поєднанні з планувальною структурою нових житлових утворень, а також з урахуванням напрямків подальшого територіального розвитку міста.

Одним із перспективних напрямків розвитку транспортно-дорожньої інфраструктури міста є використання для цілей таких територіальних резервів, як занедбані території нефункціонуючих промислових підприємств [145, 147].

Відкриті автостоянки та гаражі є складовою всіх промислових утворень (табл. 3.3).

Територія, на якій розташовані металеві та цегляні одноповерхові гаражі та відкриті автостоянки, складає 621,9 га території міста [134]. Таке використання території є неефективним. Тому її також необхідно розглядати як резерв для комплексної реконструкції та вторинної забудови.

Таблиця 3.3 – Площа автостоянок, розташованих у межах промислових утворень [134]

№ з/п	Назва промислових утворень	Площа гаражів, автостоянок, га
1	Промислова зона «Біличі»	0,95
2	Промисловий район «Нивки»	18,5
3	Промисловий район «Микільська Борщагівка»	7,1
4	Промисловий район «Відрадний»	15,5
5	Промислова зона «По вулиці Дегтярівській»	0,0
6	Промисловий район «Біля станції Пост-Волинський»	9,1
7	Промисловий район «Подільсько-Куренівський»	43,23
8	Промисловий район «Теличка»	22,49
9	Промислова зона «Корчувате»	14,0
10	Промислова зона «Пирогово»	0,0
11	Промисловий район «Воскресенський»	5,04
12	Промисловий район «Дніпровський»	13,46
13	Промислова зона «Березняки»	2,72
14	Промислова зона «Позняки»	16,17
15	Промисловий район «Дарницький»	39,32
16	Промислова зона «По вулиці Васильківській»	1,5
17	Промислова зона «Бортничі»	17,06
18	Промисловий район «Троєщина»	64,80
19	Промислова зона «Осокорки»	0,0
20	Промислова зона «Бортничі-22»	0,0
21	Окремо розташовані гаражі, автостоянки	330,96
	Разом	621,9

При плануванні розміщення нових за функціональним призначенням об'єктів на території колишніх промислових підприємств враховується:

- наявність зручного транспортного сполучення;
- наявність кваліфікованої робочої сили;
- наявність соціальної та інженерної інфраструктури.

### **3.3 Реконструкція промислових об'єктів із застосуванням прогресивних організаційних форм**

Для найкрупніших і крупних промислових міст України пріоритетний розвиток повинні мати не стільки галузі економіки, які сприяють активному росту міст, скільки ті, що найбільш активно можуть розвиватися в місті, тобто перш за все галузі, які визначають науково-технічний прогрес, а також розвиток яких потребує найбільш кваліфікованих кадрів та постійного зв'язку з наявною в місті науково-дослідною базою. В зв'язку з цим, а також через те, що вільних територій в місті практично не залишилось, формування індустріальних парків необхідно забезпечувати на територіях існуючих промислових районів, зокрема Микільсько-Борщагівського, Подільсько-Куренівського, Дарницького та інших, за рахунок реструктуризації, перепрофілювання і технологічного переоснащення, впровадження екологічно безпечних та роботизованих технологій промислових підприємств, які мають низький рівень економічної і бюджетної ефективності, зокрема ПАТ «Фармак», ПАТ «Київський завод «Радар», ПрАТ «Асфальтобетонний завод», ПАТ «Хімволокно», ПАТ «Радикал» [159].

Одним із найбільш суттєвих факторів, які можуть сприяти реалізації інвестиційних проектів і які є невід'ємною ознакою індустріального парку, є попередня проектна підготовка зони розміщення промислового парку, а також формування загальнопаркової інженерно-транспортної, природоохоронної, соціально-культурної інфраструктури, та, при необхідності, інженерної підготовки території. Тому оптимальними

територіями для розміщення нових індустріальних парків є промислові райони Троещина та Осокорки, які мають необхідні територіальні резерви, але потребують розроблення відповідної містобудівної документації, а також виконання робіт із інженерної підготовки територій, формування інженерно-транспортної інфраструктури.

Розміщення підприємств в складі промислових парків дозволяє орієнтовно на третину скоротити терміни їх проектування та будівництва (на 20–25 % – потребу в територіальних ресурсах, на 10–15 % – вартість будівництва).

Реорганізацію існуючих промислових підприємств доцільно здійснювати з застосуванням таких прогресивних організаційних форм, як індустріальні та технологічні парки, технополіси, індустріальні парки, кластерні формування, що дозволить залучити інноваційні технології, інвестиції, здійснити будівництво або реконструкцію підприємств із найменшими витратами за рахунок кооперативного формування інженерної та інформаційної інфраструктури, підготовки території, а також забезпечувати сприятливе середовище для розвитку пріоритетних напрямків промислового виробництва.

Стратегії розвитку міст вимагають, щоб наукомісткі галузі стали своєрідними точками зростання економіки, з якими буде пов'язане підвищення конкурентоспроможності інших галузей промисловості і сфери послуг.

Технологічні парки являють собою оптимально організовані науково-промислові зони, де здійснюється співпраця і обмін ідеями та інформацією між підприємствами і науковими установами з метою впровадження новацій. Головною метою технологічних парків є надання інноваційним компаніям-учасникам проекту всієї необхідної підтримки для успішного розвитку їх технологічних активів і корпоративних структур.

Технологічні парки мають свої особливості, що відрізняють їх від європейських аналогів через відмінності: законодавства, матеріально-

технічної бази; в рівнях розвитку науки; розуміння місцевою владою ролі науково-виробничих комплексів у розвитку регіонів; ставлення керівництва до цієї форми організації науки.

Можна виділити декілька основних видів технологічних парків, що відрізняються один від одного орієнтацією, співвідношенням між дослідницькими і виробничими функціями, обсягом науково-технічних послуг:

- дослідницький парк – агломерація наукоємних фірм (або їх підрозділів), що групуються довкола крупних наукових центрів, головним чином – університетів;

- індустріальний парк – об'єднання фірм, засноване на спільному використанні земельної ділянки, виробничих і службових приміщень;

- грюндерський центр – інноваційна структура, яка об'єднує фірми, фінансово-комерційні структури для надання допомоги виробництвам, що розвиваються. В залежності від способу їх розміщення та організації середні розміри території таких парків коливаються від 5 до 50 га та більше;

- технологічний центр – грюндерський центр, де концентруються підприємства обробної промисловості, що орієнтуються на високі технології, освоєння яких пов'язане зі значними витратами і ризиком.

Найважливішим базовим різновидом регіонального технологічного парку є інкубатори. Вони надають приміщення і устаткування для нових підприємств, а також інформацію і послуги, допомогу у навчанні кадрів, займають зазвичай виробничу площу до 1 га (міні-парки). Як правило, адміністрація інкубатора надає приміщення за ціною значно нижче ринкової, а також безкоштовні або пільгові поради з управління, маркетингу, обліку, оподаткування, фінансування, послуги загального призначення та інші.

Стратегія розвитку технологічного парку, що відповідає реальним умовам, включає такі етапи:

- перший етап – промисловий парк, головною метою якого є створення сприятливого середовища і інфраструктури для залучення та утримання

команди підприємців, а також для формування сукупності потенційних клієнтів, яка в майбутньому могла б репрезентативно представляти діяльність парку, при цьому основна діяльність характеризується припливом технологій;

другий етап – технологічно орієнтований парк, основною метою якого є тісна і систематична взаємодія науки та виробництва на підставі формування системи взаємовідносин із провідними вітчизняними науково-дослідними організаціями і зарубіжними науковими парками;

третьою етап – дослідницький парк: діяльність відзначається значним обсягом ринково-орієнтованих прикладних досліджень.

Зазвичай технологічні парки мають декількох засновників, переважно від двох до двадцяти засновників. Це можуть бути заклади вищої освіти, органи місцевого самоврядування, агентства з розвитку, ріелтерські компанії, банки, промислові підприємства. Внесок кожного з засновників залежить від його ресурсів і конкретних обставин, але зазвичай він полягає в такому:

- заклади вищої освіти – технології, земельні ділянки, оборотний капітал;

- органи місцевого самоврядування – земельні ділянки, інфраструктура, гранти;

- агентства з розвитку – капітальні вкладення, управління нерухомістю;

- банки – капітальні вкладення, фінансова експертиза, венчурний капітал;

- промислові підприємства – капітальні вкладення, експертиза проектів.

Така різноманітність внесків передбачає наявність між засновниками угоди, в якій чітко визначаються права і обов'язки кожного з них. У разі угоди про спільне підприємство, уточнюються позиції, пов'язані з утворенням юридичної особи, яка володітиме активами технологічного

парку, а також відображаються інтереси кожного засновника і механізм розподілу прибутку.

Досвід створення технологічних парків довів їх високу ефективність, оскільки надає науці ринкової спрямованості. Це викликає потребу в створенні спеціалізованої інфраструктури для сприяння комерціалізації результатів наукових досліджень і технологічних розробок. Для повноцінного функціонування цих утворень потрібна активна участь держави в їх створенні і підтримці.

Складовою сприятливих умов створення технологічних парків є формування функціонально-просторової організації та матеріально-технічної бази. Для цього необхідно:

- відтворення та подальша спеціалізація наукових і науково-виробничих зон із оновленням та створенням сучасної інфраструктури;
- забезпечення розвитку інноваційно-підприємницького середовища – бізнес-інкубаторів.

Також при реструктуризації промислових територій, модернізації та технологічному переоснащенні промислових підприємств доцільним є формування кластерів.

При цьому кластер розглядається як галузеве, територіальне та добровільне об'єднання підприємницьких структур (постачальників, виробників, споживачів, елементів промислової інфраструктури) із науковими (освітніми) установами, які взаємодоповнюють і підсилюють конкурентні переваги один одного, тісно співпрацюють із громадськими організаціями та органами місцевого самоврядування з метою підвищення конкурентоспроможності власної продукції і сприяння економічному розвитку міста.

У розміщенні таких територіальних інноваційних структур враховується:

- зручність транспортного сполучення;
- наявність кваліфікованої робочої сили;

– наявність соціальної та виробничої інфраструктури.

На території приміської зони галузеві кластери створюються, в першу чергу, у сфері сільського господарства, за участю овочевих і м'ясо-молочних агрофірм, фермерських господарств, рибних господарств, підприємств із перероблення і реалізації аграрної продукції, наукових установ сільськогосподарського спрямування, підприємств із виробництва тари, які розташовуються поблизу переробних підприємств, транспортних вузлів тощо, підприємств із надання транспортних послуг.

Таким чином, на території міста та у приміській зоні після проведення певної дослідницької роботи можуть створюватись та функціонувати бізнес-інкубатори, дослідницькі парки, технологічні парки та кластери.

Створення технологічних парків сприятиме зростанню науково-виробничого та освітнього потенціалу міста, підвищенню освітнього рівня молоді, залученню нових суб'єктів до розроблення інноваційних технологій і конкурентоспроможної продукції [139, 159].

Станом на 28.12.2020 р. в Україні до реєстру індустріальних парків включено 45 індустріальних парків, у 23 з них визначено керуючі компанії, а у 8 є учасники [116, 204, 250].

Відомості про тип деяких індустріальних парків та стан їх розбудови представлено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Відомості про індустріальні парки України

Назва	Строк, на який створено, років	Місце-знаходження	Тип	Стан розбудови
1	2	3	4	5
Славута	50	м. Славута, Хмельницька обл.	Браунфілд	Є керуюча компанія, 2 учасника
Свема	30	м. Шостка, Сумська обл.	Браунфілд	Є керуюча компанія, учасник



Завершення таблиці 3.4

1	2	3	4	5
Долина	30	м. Долина, Івано-Франківська обл.	Браунфілд	Є керуюча компанія
Рясне-2	50	м. Львів	Грінфілд	Є керуюча компанія
Соломоново	30	с. Соломонове, Закарпатська обл.	Браунфілд	Є керуюча компанія
Перший український індустріальний парк	40	с. Велика Димерка, Київська обл.	Браунфілд	Є керуюча компанія
iPark	49	Комінтернівський р-н, Одеська обл.	Грінфілд	Є керуюча компанія
Тростянець	30	м. Тростянець, Сумська обл.	Грінфілд	Є керуюча компанія
Вінницький індустріальний парк	30	м. Вінниця	Браунфілд	Є керуюча компанія, учасник
Павлоград	30	Павлоградський р-н, Дніпропетровська обл.	Браунфілд	Є керуюча компанія, 3 учасники
Ланнівський індустріальний парк	49	с. Ланна, Карлівський р-н, Полтавська обл.	Браунфілд	Є керуюча компанія, 2 учасники
Фастіндастрі	30	м. Фастів, Київська обл.	Браунфілд	Є керуюча компанія, учасник
UNIT City	30	м. Київ	Браунфілд	108 компаній-резидентів, 4 бізнес-кампуси та коворкінг, 4 лабораторії, 3 інвестиційні фонди, понад 1000 робочих місць

На сьогодні найбільш перспективними прикладами створення індустріальних парків типу браунфілд, зокрема в столиці та регіонах, є

BIONIC Hill (м. Київ) [117] та INNOVATION FORPOST (м. Дніпро) [118], відомості про які зведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Перспективні індустріальні парки України

Назва	Термін, на який створено, років	Етап розвитку
BIONIC Hill	39	Укладено договір про наміри, отримано статус складової державного національного парку «Технополіс», затверджено попереднє техніко-економічне обґрунтування проекту
INNOVATION FORPOST	45	Виконано технічну документацію. Здійснюється підготовка до тендеру на проектування інженерної та дорожньо-транспортної мереж (стадія ТЕО). Підписано меморандуми з майбутніми резидентами (11 компаній, загальний запит на 13 земельних ділянок з 35 земельних ділянок) та отримано запитів від 8 компаній. Один з майбутніх резидентів розпочав проектування

Індустріальний парк BIONIC Hill (м. Київ) планується розмістити на земельній ділянці площею 56,7378 га, яка відносить до земель промисловості (рис. 3.1). Ініціатором створення індустріального парку є ТОВ «Біонік Девелопмент», що представляє інтереси інвестиційного девелопера UDP, який є одним із лідерів девелоперського та будівельного ринку України [118].

Основними завданнями створення цього індустріального парку є поєднання науки та виробництва у розвитку інноваційної сфери, підтримка підприємництва у науково-виробничій сфері та системна підтримка інноваційно-орієнтованого бізнесу, сприяння впровадженню екологічно чистих, безпечних, енерго- та ресурсозберігаючих технологій.

Формат індустріального парку BIONIC Hill передбачає створення сучасної інфраструктури, що поєднуватиме різні типи нерухомості, а саме: адміністративні, науково-виробничі приміщення та інженерно-транспортні

об'єкти [117]. Така інфраструктура забезпечить базові умови для процесу створення інновацій і їх перетворення на комерційно успішні продукти високих технологій.



Рисунок 3.1 – Схема розташування індустріального парку BIONIC Hill в межах Києва [117, 124]

До основних пріоритетів інноваційної діяльності індустріального парку належать:

- освоєння нових технологій будівництва енергоефективних житлових і комунально-побутових будинків та приміщень;
- освоєння нових технологій отримання та накопичення енергії з відновлюваних джерел.

До переваг від участі в індустріальному парку для компаній-резидентів можна віднести:

- наявність добре розвиненої інфраструктури;

- наявність комплексу послуг;
- отримання синергетичного ефекту для бізнесу завдяки поєднанню зусиль виробництва, науки і освіти;
- привабливість індустріального парку для досвідчених фахівців;
- консолідація персоналу;
- масштабування бізнесу;
- фінансова економія;
- отримання спеціальних преференцій.

Для співробітників переваги індустріального парку полягають у такому:

- зручна транспортна доступність;
- комфортні умови для особистісного та професійного розвитку;
- професійна кооперація та нові можливості.

Для держави переваги від створення індустріального парку полягають у такому:

- створення нових робочих місць;
- створення джерел надходжень до бюджетів різних рівнів;
- оновлення виробничих процесів;
- підвищення якості товарів та послуг;
- зростання обсягів реалізації продукції вітчизняного виробництва;
- формування бази для інноваційної підтримки підприємств;
- залучення іноземних інвестицій та новітніх технологій;
- сприяння міжнародному науково-технічному співробітництву;
- підвищення рівня життя населення.

Для підтвердження високого рівня екологічного індустріального парку планується його сертифікація за міжнародними стандартами LEED/BREEAM.

Наразі проект індустріального парку BIONIC Hill залишається нереалізованим через економічну кризу.

Ще одним прикладом застосування подібного підходу до перетворення деградованих промислових територій є створення в м. Дніпро індустріального парку «INNOVATION FORPOST» на території, що обмежена просп. Слобожанським, вул. Каштановою, вул. Столетова та територією ПАТ «Інтерпайп НТЗ» (рис. 3.2) [217].

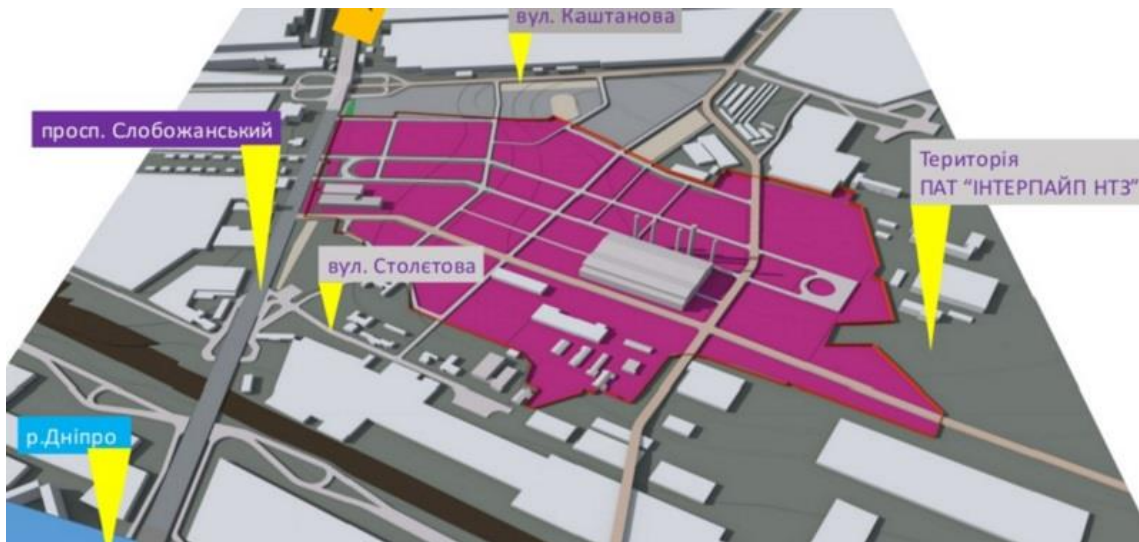


Рисунок 3.2 – Схема земельної ділянки, що пропонується для реконструкції з розміщенням індустріального парку «Innovation Forpost»

Місцем створення цього індустріального парку є територія колишнього мартенівського цеху [53].

Згідно з [217], на зазначеній території, окрім об'єктів промислового призначення, будуть розміщені житловий комплекс та виставковий центр; також передбачається розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури та інженерного забезпечення, реконструкція виробничих потужностей, благоустрій та озеленення території.

Відповідно до [217] фінансування проектних заходів передбачено за рахунок коштів державного і місцевого бюджетів та інших джерел (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Обсяги фінансування, які пропонується залучити на виконання Програми соціально-економічного розвитку території, що обмежена просп. Слобожанським, вул. Каштановою, вул. Столетова та територією ПАТ «Інтерпайп НТЗ», на 2017-2021 роки [217]

Обсяги фінансування, які пропонується залучити на виконання програми	Етапи виконання програми за роками, млн. грн.					Разом витрат на виконання програми, млн. грн.
	2017	2018	2019	2020	2021	
Обсяг ресурсів усього, у тому числі:	8,08	241,715	1068,295	970,5	413,0	2701,59
міський бюджет	5,5	96,895	103,04	55,5	8,0	268,435
державний бюджет	–	100,0	104,935	30,0	20,0	254,935
інші джерела	2,58	62,44	823,2	785,0	505,0	2178,22

Основною метою створення такого індустріального парку є формування механізмів ефективного задоволення попиту інвесторів на майданчики, підготовлені під ведення бізнесу; створення сприятливих умов для функціонування та розвитку суб'єктів господарювання; залучення інвестицій у економіку міста; покращення інвестиційного іміджу міста; диверсифікація економіки міста; створення нових робочих місць; збільшення надходжень до бюджетів усіх рівнів.

До переваг індустріального парку «Innovation Forpost» можна віднести наступні:

– вигідне економіко-географічне розташування (область знаходиться в центрі України та межує з сімома областями; наближеність до ринків збуту Західної та Східної Європи; область знаходиться на перетині торгівельних шляхів Європи та Азії, Схід-Захід та Північ-Південь);

- розвинута інфраструктура (територія має сформовану дорожню мережу, двосторонній рух транспорту; територія має розвинену систему під'їзних залізничних колій; наявність міжнародного аеропорту; проходження головної водної артерії країни (р. Дніпро) та наявність річкового порту);

- територією ділянки проходить мережа водопостачання, газопостачання;

- потенціал трудових ресурсів; підготовку спеціалістів здійснюють вищі навчальні заклади I–IV рівнів акредитації та навчальні заклади професійно-технічної освіти;

- межує з підприємствами енергетики, будівельної індустрії, машинобудування;

- є можливість появи високотехнологічних підприємств, розвитку супутнього бізнесу.

Для розвитку індустріальних парків надається державна підтримка у вигляді:

- звільнення від сплати ввізного мита при ввезенні устаткування, обладнання та комплектуючих до них, що не виробляються в Україні та не є підакцизними товарами та ввозяться для облаштування індустріального парку та здійснення господарської діяльності;

- звільнення від сплати пайового внеску на розвиток інфраструктури та сплати митних платежів на обладнання, яке використовуватимуть резиденти парку;

- надання безвідсоткових кредитів (позик), цільового фінансування на безповоротній основі для облаштування індустріальних парків.

Разом із цим серед основних потенційних загроз розвитку індустріального парку «Innovation Forpost» можна виокремити наступні:

- значний рівень техногенного навантаження на навколишнє природне середовище та загострення екологічних проблем;

– у випадку продовження негативних фінансово-економічних тенденцій може спостерігатись зміна в термінах реалізації проекту індустріального парку;

– можливі зміни в структурі світової економіки можуть впливати на зміни пріоритетних напрямів діяльності створюваного індустріального парку;

– політична та економічна ситуація, яка склалась в Україні, може негативно відбитися на інвестиційному кліматі, і залучення учасників створюваного інвестиційного парку буде відбуватися повільніше запланованих термінів.

Для створення технологічних парків доцільно також залучити невикористовувані комунально-складські території. При цьому необхідні:

– модернізація існуючої забудови складів, що знаходяться в промислових зонах;

– підвищення ефективності використання території шляхом підвищення рівня механізації, впровадження нових технологій, збільшення поверховості будівель і споруд;

– удосконалення планувальної структури, дорожньо-транспортної мережі, інженерного обладнання, покращення санітарних умов.

Таке рішення сприятиме:

– більш раціональному використанню наявних ресурсів, в першу чергу територіальних, для розвитку інших галузей, які є більш конкурентоспроможними та ефективними, що, в свою чергу, буде забезпечувати стійкий соціальний та економічний розвиток міста;

– екологічному оздоровленню природного середовища міста;

– технічному переоснащенню та оновленню виробництва, яке повинно супроводжувати процеси перебазування підприємств;

– більш збалансованому соціально-економічному розвитку інших населених пунктів.

Отже, планування заходів щодо реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення має ґрунтуватись на оцінці



перспектив розвитку промислових територій з визначенням оптимального їх використання.

З цією метою здійснюється оптимізація землекористування, структури забудови та існуючої інфраструктури разом із мінімізацією витрат ресурсів, енергоспоживання та забруднення довкілля [143].

### **Висновки до розділу 3**

1. Виконано оцінювання перспектив розвитку промислових територій з визначенням оптимального їх використання з зазначенням заходів, спрямованих на реконструкцію промислових будівель, зокрема зі зміною їх функціонального призначення.

2. Основними заходами з ліквідації проблем та запровадження основних пріоритетів раціонального використання промислових територій є:

- формування організаційних і правових механізмів територіальної реструктуризації (модернізації) та оптимізації розташування промислових підприємств, які не потребують особливої кваліфікаційної підготовки і розміщення яких в місті не лімітується транспортно-економічною та технологічною необхідністю (в першу чергу, підприємства будівельної індустрії та складського господарства);

- вивільнення частини земельних ділянок та виробничих площ для передачі їх іншим користувачам;

- проведення моніторингу та оцінювання ефективності використання промислових територій;

- реструктуризація значної частини територій з метою підвищення ефективності їх використання, перетворення промислових територій із соціально та екологічно небезпечних деградованих територій на сучасні зони ділової активності, технологічно оновлені технологічні простори для

впровадження новітніх технологій, наукових ідей учених і винахідників, залучення інвестицій;

– реструктуризація деградованих промислових територій під багатофункціональну та ділову забудову для забезпечення ефективного використання територій і комплексності забудови з розміщенням необхідної кількості стоянок автомобільного транспорту, озеленення та інших заходів щодо забезпечення комфортних умов для працівників;

– освоєння в обмежених розмірах нових територій для промислової забудови в існуючих межах міста (для м. Києва – це території в промислових районах «Троєщина» та «Осокорки», які повинні бути забудовані за новітніми технологіями та не бути джерелами викидів шкідливих речовин, не створювати шуму, вібрації, електромагнітних та іонізуючих випромінювань вище нормативних рівнів);

– забезпечення санітарного та екологічного оздоровлення довкілля, ефективного використання і суттєвого поліпшення архітектурної та естетичної якості забудови промислових районів, окремих промислових зон, існуючих промислових підприємств;

– скорочення загальної площі промислових територій за рахунок підвищення ефективності використання земельних ділянок та виробничих фондів, використання підземного простору;

– формування інноваційних та технологічних парків, створення індустріальних парків та в перспективі кластерних об'єднань (на прикладі м. Київ – на територіях промислових районів «Нивки», «Дніпровський», «Троєщина», «Подільсько-Куренівський», «Позняки» та інших);

– збереження та інтенсифікація бюджетоутворюючих підприємств, які здійснюють успішну виробничу діяльність, мають високоякісну забудову та є екологічно безпечними у периферійній зоні міста та окремих підприємств в центральних районах міста;

– перепрофілювання частини промислових територій для громадської багатофункціональної, житлової багатоквартирної забудови, озеленення та

інженерно-транспортної інфраструктури (на прикладі м. Київ – у промислових районах «Микільська Борщагівка», «Подільсько-Куренівський», «Нивки», «Теличка», «Пирогово», «Корчувате», «Дніпровський», «Дарницький», «Воскресенський», «Тросщина» та інших);

– реконструкція та переоснащення промислових підприємств, що розміщені в центральній частині міста, на сельбищних та ландшафтно-рекреаційних територіях і забруднюють навколишнє природне середовище та негативно впливають на здоров'я; в разі невпровадження заходів із мінімізації шкідливих викидів – зміна функціонального призначення ділянок цих підприємств під громадську та житлову забудову, озеленення і паркінги;

– реструктуризація зі зміною функціонального призначення для відродження природного комплексу частини територій промислових підприємств у прибережних смугах акваторії Дніпра, зокрема в промислових районах «Теличка» і «Подільсько-Куренівський», а також для озеленення санітарно-захисних зон;

– розвиток транспортної інфраструктури міста за рахунок використання частини промислових територій в Оболонському, Подільському, Деснянському та Дарницькому районах для будівництва нових електродепо, магістралей та реконструкції існуючих вулиць;

– поліпшення інженерної підготовки та інфраструктурного забезпечення територій для її комплексного освоєння та можливості забезпечення найсприятливіших умов для вкладення інвестицій.

2. Основні наукові результати цього розділу опубліковані в працях автора [134, 136, 139, 143, 144, 145, 147, 159].

## РОЗДІЛ 4

### ФОРМУВАННЯ МНОЖИНИ ФАКТОРІВ, ЩО ЗДІЙСНЮЮТЬ ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ВПЛИВ НА ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ ЗМІНОЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

#### **4.1 Формування вимог до промислових об'єктів протягом їх життєвого циклу**

Згідно з концепцією сталого розвитку, в рамках її напрямку сталого будівництва (енергоефективного і екологічного будівництва, зеленого будівництва, біопозитивного будівництва, біосферосумісного будівництва), при розробленні та реалізації проектів реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення необхідно забезпечити:

- заощадження енергії та запобігання необґрунтованим витратам;
- використання відновлюваних джерел енергії;
- використання енергії найефективнішим способом.

На сьогодні при конкурсній оцінці проектів питання наявності систем забезпечення якості мікроклімату та енергоефективності будівлі і в цілому екологічності будівлі є визначальними. При цьому в різних літературних джерелах, при розгляді систем забезпечення якості житлового середовища, застосовують різні терміни: «системи забезпечення якості мікроклімату», «екологічна безпека», «енергетична ефективність будівлі», «використання альтернативних джерел енергії», «інтелектуалізація будівлі», «гармонізація будівлі з природним навколишнім середовищем» тощо [40, 48, 72, 95, 155, 166, 228].

Термін «системи забезпечення якості мікроклімату» означає пристрої та устаткування для забезпечення санітарно-гігієнічних показників приміщень будівлі: температури, вологості, газового складу.

Термін «екологічна безпека» визначає систему показників, значимість яких зростає разом із зростанням наукових знань про радіаційну активність будівельних матеріалів і про їх вплив на самопочуття і здоров'я людей, про надходження радону, про аерозолі та інші забруднюючі речовини.

Термін «інтелектуалізація будівлі» означає рівень автоматизації систем забезпечення мікроклімату приміщень, систем освітлення, управління різним устаткуванням та інше. Крім цього зміст терміну несе в собі додаткові вимоги до автоматизації систем пожежогасіння, пожежооповіщення, безпеки людей та захисту від терористичних актів.

Терміном «енергетична ефективність будівлі» прийнято характеризувати величину питомої витрати теплової енергії на опалення і вентиляцію будівлі в холодний, жаркий і перехідний періоди року. Цей показник включає в себе витрати енергії на кондиціонування повітря приміщень протягом літнього періоду, встановлену потужність системи охолодження і витрати енергії на кліматизацію приміщень в річному періоді.

Термін «гармонізація будівлі з природним навколишнім середовищем» означає, що будівля – як деяке штучне утворення в цьому середовищі – має не тільки не руйнувати або зберігати його, а й прагнути до поліпшення цього середовища. До показників впливу будівлі на навколишнє середовище відносять виділення вуглекислого газу від спалювання палива або побутового газу, кількість стічних вод, побутового сміття та інші.

Звичайно, питання енергозбереження, ефективного використання енергії встають перед проектувальниками дуже гостро. Впровадження енергозберігаючих заходів вимагає більших інвестицій, але при цьому досягається істотне зниження експлуатаційних витрат, зменшується шкідливий вплив на навколишнє середовище і поліпшується якість мікроклімату. Розуміння і зміст терміну «енергозбереження» в кожен період

часу різне і постійно змінюється в міру розвитку технічних можливостей суспільства, ставлення до витрачання природних ресурсів.

Поняття терміну «енергозбереження» на сучасному етапі пов'язане зі створенням таких будівель, які забезпечують високу якість середовища проживання людей, збереження природного навколишнього середовища, оптимальне споживання поновлюваних джерел енергії, можливість повторного використання будівельних матеріалів, водних та інших ресурсів. Енергетична стратегія енергозбереження в будівлях повинна будуватися на формуванні та реалізації стимулів економного використання природних ресурсів – як стратегічного механізму, без якого неможливо сподіватися на успішне вирішення проблеми енергозбереження.

До енергоефективних будівель відносяться будівлі, при проектуванні яких передбачений комплекс архітектурно-будівельних та інженерно-технічних заходів, що забезпечують істотне скорочення витрат енергії на теплопостачання в порівнянні зі звичайними будівлями при одночасному підвищенні комфортності мікроклімату в приміщеннях і оптимальному вартісному балансі між витратами на теплозахист будівлі і на експлуатацію його інженерних систем.

Наразі українські вчені працюють над енергоефективністю будівель і пропонують ряд заходів, які дозволили б скоротити витрату енергії, що витрачається на вентиляцію і кондиціонування повітря. До них відносяться: зниження температури повітря в приміщеннях в неробочий час; влаштування нічного провітрювання в теплий період року; установка місцевих охолоджувачів-нагрівачів; улаштування систем зі змінною витратою повітря; використання технологічних тепловиділень для обігріву холодних зон, ділянок та інші заходи.

Для зниження витрат енергії та створення кращого психологічного комфорту широко використовується природне освітлення робочих місць із застосуванням вікон великої площі. Однак при цьому необхідно вирішити проблеми, пов'язані зі значними надходженнями сонячної радіації в літній

час (робота систем кліматизації), а також тепловтратами через скління в зимовий час. Для вирішення цих проблем використовується скло з підвищеними тепло- і сонцезахисними характеристиками, що дозволяють знизити тепловтрати і надходження тепла від сонячної радіації, але добре пропускають світло.

Паралельно з пошуком енергоефективності ведуться роботи і щодо впровадження новітніх систем енергопостачання будівель, оскільки гарантоване довгострокове і стабільне енергопостачання будівлі є основою забезпечення якості мікроклімату в приміщеннях і технологічного функціонування будівлі. Енергетичні джерела, їх вибір для будівлі повинні обґрунтовуватися економічним розрахунком, що враховує зміни вартості енергії на перспективу, а також заходами з підтримки технологій, які використовують відновлювані енергетичні джерела.

Крім архітектурних та інженерних рішень, які закладаються в проектах, необхідно передбачати заходи, що повинні виконуватися в процесі експлуатації будівель (своєчасне обслуговування, ремонт і планова заміна обладнання, правильне налаштування і регулювання інженерного обладнання, моніторинг енергоспоживання тощо). В результаті застосування енергоефективних заходів зниження енергоспоживання в даний час може бути доведено до 35 %.

Перед проектувальниками все частіше ставляться вимоги щодо збереження енергії і спорудження екологічно безпечних будівель. Так, в США діє Рада з екологічних споруд, яка нагороджує будівлі, що відповідають національному стандарту The LEED (лідерство в енергоекологічному проектуванні), за чудові основи конструювання і інтеграцію технологій «зеленої» споруди. Концепція «зеленої» (екологічно нейтральної) будівлі має на увазі, що їй не потрібне надходження енергії від зовнішніх джерел і вона споживає воду тільки для питних цілей, а також не має шкідливого впливу на навколишнє середовище [140].

## 4.2 Обґрунтування множини організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, що здійснюють визначальний вплив на техніко-економічні показники реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Враховуючи актуальні концепції сталого розвитку населених пунктів, сталого (зеленого) будівництва та компактних міст, а також на основі вивчення літературних джерел і аналізу проектної та виконавчої будівельної документації низки промислових об'єктів складено перелік організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, які впливають на техніко-економічні показники реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення:

- безпечність будівлі ( $f_{\sigma}$ );
- енергоефективність будівлі ( $f_{ен}$ );
- якість будівлі ( $f_{як}$ );
- екологічність будівлі ( $f_{екол}$ );
- гармонізація будівлі з навколишнім середовищем ( $f_2$ );
- раціональне міське землекористування ( $f_3$ );
- оптимальна експлуатація будівлі ( $f_{експл}$ );
- технічний стан будівлі ( $f_{мс}$ );
- стисненість території об'єкта реконструкції ( $f_{см}$ );
- насиченість території промислового підприємства інженерними мережами та умови їх експлуатації ( $f_{ім}$ );
- насиченість території промислового підприємства інженерними спорудами та умови їх експлуатації ( $f_{іс}$ );
- кваліфікація будівельного персоналу ( $f_{кв}$ );
- компетентність адміністративно-управлінського персоналу ( $f_{ком}$ );



- продуктивність праці ( $f_n$ );
- мотивація персоналу ( $f_m$ );
- надійність будівельної організації ( $f_n$ ) [137, 300].

Безпечність будівлі означає її властивість при експлуатації, або у випадку порушення роботоздатності, не створювати загрози для життя і здоров'я людей, а також загрози для довкілля.

Безпечність будівлі на стадії проектування обумовлена безпечними архітектурно-планувальними, об'ємно-планувальними, конструктивними, інженерними та організаційно-технологічними рішеннями.

На стадії будівництва безпечність будівлі визначається такими складовими, як безпечність виробничого процесу, техногенна та пожежна безпека, охорона та збереження навколишнього природного середовища, безпека дорожнього руху.

На стадії експлуатації безпека будівлі передбачає необхідність:

- контролю напружено-деформованого стану найбільш навантажених несучих конструкцій для запобігання їх руйнуванню або обваленню;
- контролю технічного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій (фасадів);
- контролю технічного стану та обслуговування інженерних систем для забезпечення їх безперебійної та безаварійної роботи;
- забезпечення надійного функціонування систем безпеки, в першу чергу, пожежної безпеки.

Енергоефективність будівлі на стадії проектування визначається:

- застосуванням огорожувальних конструкцій із підвищеним теплозахистом і заданими показниками теплостійкості;
- скороченням зовнішніх огорожувальних поверхонь в результаті об'ємно-планувального рішення;
- вибором конструкцій сонцезахисних пристроїв із урахуванням орієнтації і сезонної опроміненості фасадів;

- утилізацією тепла сонячної радіації в тепловому балансі будівлі на основі оптимального вибору матеріалу і конструкції світлопрозорих огорожень;

- використанням систем опалення з індивідуальним регулюванням теплового режиму приміщень;

- впровадженням системи механічної витяжної вентиляції з індивідуальним регулюванням і утилізацією тепла витяжного повітря;

- використанням тепла зворотної води;

- застосуванням системи управління мікрокліматом приміщень на основі математичної моделі будівлі як єдиної енергетичної системи.

На стадії будівництва енергоефективність будівлі визначається енергоефективністю виробничих і невиробничих процесів.

Енергоефективність будівлі при її експлуатації визначається:

- питомим енергоспоживанням при опаленні;

- питомим енергоспоживанням при охолодженні;

- питомим енергоспоживанням при постачанні гарячої води;

- питомим енергоспоживанням при водопостачанні та водовідведенні;

- питомим енергоспоживанням при освітленні та силовому споживанні;

- питомим енергоспоживанням при технічному утриманні та обслуговуванні;

- використанням нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії.

Якість будівлі формується на всіх стадіях її життєвого циклу – проектування, будівництво, експлуатація. На стадії проектування якість будівлі лише закладається, на стадії будівництва якість втілюється, а на стадії експлуатації якість споживається.

Якість будівлі на стадії проектування визначається якістю прийнятих архітектурно-планувальних, об'ємно-планувальних, конструктивних, організаційно-технологічних, інженерних рішень і характеризується її

надійністю, довговічністю, технологічністю, корисністю, естетичністю. При цьому складової надійності є якість проектної документації.

На стадії будівництва якість будівлі визначається якістю виробництва земляних робіт, робіт із улаштування фундаментів, кам'яних, бетонних і залізобетонних робіт, монтажу будівельних конструкцій, робіт із улаштування захисних та ізоляційних покриттів, опоряджувальних робіт.

Якість об'єкту на стадії експлуатації залежить від поточних і капітальних ремонтів, реконструктивних робіт.

Зважаючи на пріоритет екологізації будівельної діяльності та забезпечення сталого розвитку, в якості фактора, що відображає ці вимоги, може розглядатись екологічність будівель.

Складові фактора екологічності будівлі можна розподілити на фактори екологічності зовнішнього середовища та фактори екологічності внутрішнього середовища.

Екологічність зовнішнього середовища будівлі на кожній стадії її життєвого циклу оцінюється за такими показниками:

- показник безвідходності, який визначає ступінь використання ресурсів;
- показник викидів шкідливих (забруднюючих) речовин у повітря, за допомогою якого можна оцінити екологічний стан та рівень технологій, застосовуваних у будівельному виробництві;
- показник скидів стічних вод у водні басейни, спрямований на оцінювання рівня технологій і заходів щодо зниження негативного впливу на навколишнє природне середовище, якість життя населення;
- показник забруднення ґрунтів, спрямований на оцінювання рівня технологій, якості заходів щодо зниження негативного впливу на навколишнє природне середовище, ефективність системи керування відходами [268].

До факторів екологічності внутрішнього середовища будівлі належать: звуковий комфорт (рівень шуму), штучне і природне освітлення, інсоляція,

рівень електромагнітного випромінювання, рівень радіації, повітрообмін, променистий теплообмін, відносна вологість повітря, температура повітря і захисних поверхонь.

Будівля має бути гармонізована з навколишнім середовищем. Це означає, що будівля повинна не лише не порушувати чи зберігати навколишнє середовище, а й забезпечувати покращення цього середовища.

Раціональне міське землекористування (сталій розвиток землекористування міських територій) передбачає підвищення ефективності і безпеки використання земельних ресурсів, інвестиційно-привабливе і стале землекористування. При цьому має враховуватись цінність міських територій.

Цінність міських територій визначається такими характеристиками:

- місцем розташуванням в структурі міста;
- станом матеріальних об'єктів на цій території;
- санітарно-екологічним станом території;
- екологічними обмеженнями, спрямованими на охорону природних ресурсів і навколишнього природного середовища;
- природними умовами, які викликають здорожчання будівельної діяльності;
- естетичним сприйняттям території [157].

Відповідно при оцінюванні цінності території потрібно виходити з пріоритетності тієї чи іншої характеристики для конкретного виду використання земельної ділянки (спорудження/реконструкція будівлі з певним набором функцій), застосовуючи для цього понижуючі або підвищуючі коефіцієнти.

Забезпечення оптимальної експлуатації будівлі потребує:

- моніторингу та контролю технічного стану несучих конструкцій, покрівель, фасадів, інженерних мереж та обладнання, приміщень і прилеглої території;

- технічного обслуговування автоматизованої системи моніторингу та управління інженерними системами;
- управління роботою та обслуговуванням технічних засобів пожежогасіння та приладів автоматичної пожежної сигналізації;
- проведення поточних і капітальних ремонтів та реконструкції інженерних мереж і обладнання, несучих конструкцій, покрівлі та фасадів для усунення ознак їх фізичного і морального зносу [300].

Технічний стан будівель суттєво впливає на вибір методів їх реконструкції. В залежності від величини фізичного зносу будівельних конструкцій та технічного стану будівель розробляються рішення, спрямовані на усунення ознак фізичного зносу та відновлення експлуатаційних властивостей будівельних конструкцій, зокрема шляхом ремонту, підсилення або заміни.

Стисненість території об'єкта реконструкції являє собою ускладнюючий чинник, що обмежує можливості ефективного використання засобів механізації та організації майданчика в зв'язку з наявністю певних перешкод. Стисненість виявляється в обмеженні можливостей щодо розміщення та переміщення будівельної техніки, складування будівельних конструкцій, транспортування будівельних вантажів, створення виробничо-побутових умов для робітників.

Насиченість території промислового підприємства інженерними мережами та умови їх експлуатації також визначають специфіку виконання будівельних робіт в умовах реконструкції. Можливі такі ситуації:

- незначна кількість інженерних мереж, що не потребують їх захисту або перекладання в процесі реконструкції;
- наявні інженерні мережі, що експлуатуються в процесі реконструкції і потребують їх захисту або перенесення в незначній мірі;
- наявна значна кількість інженерних мереж, які експлуатуються в процесі реконструкції і потребують їх захисту або перенесення.

Те саме стосується і насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації, щодо яких можливі такі ситуації:

- наявні інженерні споруди повністю реконструюються;
- наявні інженерні споруди частково реконструюються, а частково зносяться;
- наявні інженерні споруди повністю зносяться.

Кваліфікація будівельного персоналу визначається як рівень професійної придатності, що забезпечується сукупною наявністю у працівників загальноосвітніх і спеціальних знань, умінь, здібностей, досвіду і трудових навичок, необхідних для виконання робіт певної складності за відповідною професією чи спеціальністю. Кваліфікація робітників оцінюється присвоєнням їм тарифних розрядів.

Компетентність адміністративно-управлінського персоналу формується з таких складових, як базова компетентність (орієнтація на результат, комунікабельність і співробітництво, емоційна компетентність, гнучкість, адаптивність), професійна компетентність (наявність необхідного досвіду роботи та рівня фахових знань, відповідальність за результати роботи, виконання складних ситуаційних завдань, уміння ризикувати), управлінська компетентність (лідерство, ефективність управлінських рішень, організація і контроль за діяльністю, мотивування та розвиток персоналу).

Продуктивність праці визначає ефективність, результативність праці, що характеризується співвідношенням обсягу робіт та кількістю праці, витраченої на їх виконання.

Мотивація персоналу є важливим чинником результативної роботи. Вплив на працівників з метою формування в них потреби у високопродуктивній праці, посилення зацікавленості в покращенні кінцевих результатів діяльності здійснюється шляхом матеріальної, трудової, статусної мотивації.

Надійність будівельної організації є важливим показником партнерської спроможності, що характеризує потенціал ефективної реалізації економічних інтересів учасників інвестиційно-будівельного проекту реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення, забезпечує стабільно позитивну динаміку реалізації проекту, своєчасність взаєморозрахунків та дотримання інших показників договірної дисципліни.

Для обґрунтування множини факторів, що здійснюють визначальний вплив на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, до експертного оцінювання було залучено 29 експертів, до складу яких входили фахівці проектно-будівельних організацій та науково-педагогічні працівники закладів вищої освіти будівельного профілю.

Кількість експертів визначалась за формулами (2.23-2.24) та відповідно до рекомендацій [43, 114, 197].

Результати опитування експертів щодо впливу систематизованих факторів на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення зведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати опитування експертів щодо впливу систематизованих факторів на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Експерти	Фактори																Сума
	$f_b$	$f_{en}$	$f_{як}$	$f_{екоз}$	$f_z$	$f_3$	$f_{експл}$	$f_{тс}$	$f_{ст}$	$f_{ім}$	$f_{іс}$	$f_{кв}$	$f_{ком}$	$f_n$	$f_m$	$f_h$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	10	14	9	15	16	13	12	1	2	3	4	5	6	8	11	7	136
2	9	14	10	15	16	12	11	1	2	3	4	6	5	7	13	8	136
3	10	14	9	15	16	13	11	1	2	4	3	6	5	8	12	7	136
4	9	15	10	14	16	12	11	1	4	5	6	3	2	8	13	7	136
5	10	14	11	15	16	12	13	2	1	4	5	3	6	8	9	7	136
6	10	15	9	14	16	13	11	1	2	4	3	6	5	7	12	8	136

Завершення таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7	9	11	8	15	16	14	12	1	2	4	5	6	3	10	13	7	136
8	10	14	9	15	16	13	12	4	1	5	6	3	2	8	11	7	136
9	10	12	9	14	16	15	11	1	2	3	4	5	7	8	13	6	136
10	9	13	8	15	16	14	11	1	2	5	6	4	3	10	12	7	136
11	10	12	9	13	16	15	11	1	2	3	4	5	6	7	14	8	136
12	10	14	9	15	16	13	12	2	1	3	4	5	6	8	11	7	136
13	11	13	10	14	16	15	12	1	2	4	3	5	6	7	9	8	136
14	10	14	9	13	16	15	11	1	2	3	4	6	5	8	12	7	136
15	9	14	8	15	16	13	12	1	3	5	6	4	2	10	11	7	136
16	10	14	9	15	16	13	11	1	2	3	4	5	7	8	12	6	136
17	11	13	10	14	16	15	12	1	2	3	4	5	6	8	9	7	136
18	10	13	9	14	16	12	11	3	1	6	7	5	4	8	15	2	136
19	10	14	9	15	16	12	13	5	1	6	7	4	3	8	11	2	136
20	6	12	5	15	16	13	10	1	3	4	2	8	7	11	14	9	136
21	9	13	8	15	16	12	11	1	6	4	5	3	7	2	14	10	136
22	9	12	8	15	16	13	11	1	4	2	3	5	6	10	14	7	136
23	9	13	8	14	16	12	10	5	4	6	7	1	2	11	15	3	136
24	5	12	6	13	15	14	11	1	3	4	2	8	7	9	16	10	136
25	10	14	9	15	16	13	12	2	1	3	4	5	6	7	11	8	136
26	10	13	9	14	16	12	11	1	2	4	3	7	5	6	15	8	136
27	9	13	10	15	16	14	11	1	2	4	5	3	6	7	12	8	136
28	10	12	9	15	16	14	11	1	4	2	3	5	6	8	13	7	136
29	9	13	8	14	16	12	11	1	2	4	3	5	7	10	15	6	136
$t_j$	273	384	254	420	463	383	329	45	67	113	126	141	148	235	362	201	3944
$\Delta_j$	26,5	137,5	7,5	173,5	216,5	136,5	82,5	-201,5	-179,5	-133,5	-120,5	-105,5	-98,5	-11,5	115,5	-45,5	0
$\Delta_j^2$	702,25	18906,25	56,25	30102,25	46872,25	18632,25	6806,25	40602,25	32220,25	17822,25	14520,25	11130,25	9702,25	132,25	13340,25	2070,25	263618

На основі даних табл. 4.1 визначено коефіцієнт конкордації думок експертів щодо впливу систематизованих факторів на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення



за формулою (2.25), який дорівнює  $W_T = 0,922$ , що свідчить про високу узгодженість думок експертів.

Результати опитування експертів щодо впливу систематизованих факторів на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення зведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати опитування експертів щодо впливу систематизованих факторів на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Експерти	Фактори																Сума
	$f_{\delta}$	$f_{en}$	$f_{як}$	$f_{екол}$	$f_z$	$f_3$	$f_{експл}$	$f_{mc}$	$f_{cm}$	$f_{im}$	$f_{ic}$	$f_{кв}$	$f_{ком}$	$f_n$	$f_m$	$f_H$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	4	2	3	8	16	13	12	1	5	7	6	11	10	14	15	9	136
2	1	3	4	9	15	12	13	2	5	7	6	11	10	14	16	8	136
3	4	2	3	6	15	13	9	1	7	5	8	12	10	14	16	11	136
4	4	2	3	5	16	13	12	1	6	8	7	11	10	15	14	9	136
5	2	5	6	4	16	13	10	1	3	8	7	12	11	14	15	9	136
6	3	2	4	8	16	13	12	1	5	6	7	9	11	15	14	10	136
7	10	7	8	14	16	12	9	1	2	4	3	6	5	11	13	15	136
8	9	7	4	8	14	13	5	1	6	3	2	11	10	15	16	12	136
9	3	2	4	8	16	13	12	1	5	7	6	11	10	15	14	9	136
10	3	4	2	8	15	13	12	1	5	7	6	10	9	16	14	11	136
11	5	2	3	6	16	13	9	1	7	4	8	12	10	15	14	11	136
12	2	4	3	9	14	10	13	1	7	6	5	12	11	15	16	8	136
13	4	3	2	8	16	13	12	1	7	6	5	10	9	15	14	11	136
14	4	2	3	8	16	13	10	1	5	7	6	12	11	15	14	9	136
15	1	4	3	9	15	13	8	2	5	7	6	12	11	16	14	10	136
16	3	4	2	8	15	13	12	1	5	7	6	11	10	16	14	9	136
17	4	3	2	8	15	14	13	1	5	7	6	12	10	16	11	9	136
18	2	3	4	8	16	12	13	1	5	7	6	11	9	15	14	10	136
19	4	3	2	8	15	13	12	1	5	7	6	11	10	16	14	9	136

Завершення таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
20	4	1	3	9	11	12	10	2	5	7	6	14	13	15	16	8	136
21	5	6	4	9	15	13	8	1	7	3	2	11	10	14	16	12	136
22	2	4	3	9	16	14	8	1	7	6	5	12	10	15	13	11	136
23	4	7	5	8	15	13	12	1	6	3	2	11	10	16	14	9	136
24	2	3	4	8	15	13	9	1	5	7	6	12	11	16	14	10	136
25	1	4	3	8	16	10	9	2	5	7	6	13	12	15	14	11	136
26	3	4	2	8	15	13	9	1	7	6	5	11	10	16	14	12	136
27	3	1	2	9	14	15	8	4	7	6	5	11	10	16	12	13	136
28	4	3	2	8	15	13	9	1	5	7	6	12	11	16	14	10	136
29	4	2	3	8	16	14	9	1	5	7	6	13	10	15	12	11	136
$t_j$	104	99	96	234	441	372	299	36	159	179	161	327	294	436	411	296	3944
$\Delta_j$	-142,5	-147,5	-150,5	-12,5	194,5	125,5	52,5	-210,5	-87,5	-67,5	-85,5	80,5	47,5	189,5	164,5	49,5	0
$\Delta_j^2$	20306,25	21756,25	22650,25	156,25	37830,25	15750,25	2756,25	44310,25	7656,25	4556,25	7310,25	6480,25	2256,25	35910,25	27060,25	2450,25	259196

На основі даних табл. 4.2 визначено коефіцієнт конкордації думок експертів щодо впливу систематизованих факторів на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення за формулою (2.25), який дорівнює  $W_T = 0,906$ , що свідчить про високу узгодженість думок експертів.

Для оцінювання значущості коефіцієнту конкордації думок експертів щодо впливу систематизованих факторів на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення застосовано критерій Пірсона ( $\chi^2$ -критерій), що розраховувався за формулою (2.30) і дорівнює  $\chi_T^2 = 401,07$ .

Для оцінювання значущості коефіцієнту конкордації думок експертів щодо впливу систематизованих факторів на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення застосовано критерій Пірсона ( $\chi^2$ -критерій), що розраховувався за формулою (2.30) і дорівнює  $\chi_C^2 = 394,11$ .

Табличне значення  $\chi^2$ -критерію для  $P(\chi^2) = 0,05$  та числа ступенів свободи  $d.f. = 16 - 1 = 15$  дорівнює  $\chi_{табл}^2 = 25,00$ .

Оскільки в обох випадках фактичне значення  $\chi^2$  суттєво перевищує табличне значення, тобто виконується умова  $\chi^2 > \chi_{табл}^2$ , то підтверджується достатньо висока узгодженість думок експертів за всією сукупністю досліджуваних факторів.

За даними табл. 4.1 побудовано діаграму сумарних рангів досліджуваних факторів за результатами експертного оцінювання щодо їх впливу на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення (рис. 4.1).

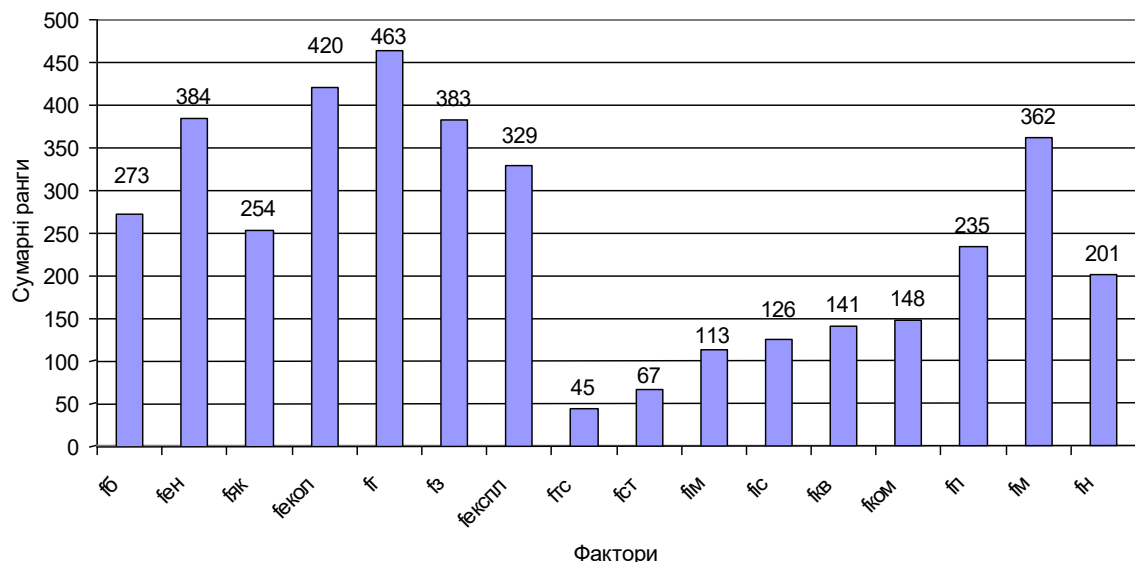


Рисунок 4.1 – Діаграма сумарних рангів досліджуваних факторів за результатами експертного оцінювання щодо їх впливу на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

За даними табл. 4.2 побудовано діаграму сумарних рангів досліджуваних факторів за результатами експертного оцінювання щодо їх впливу на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення (рис. 4.2).

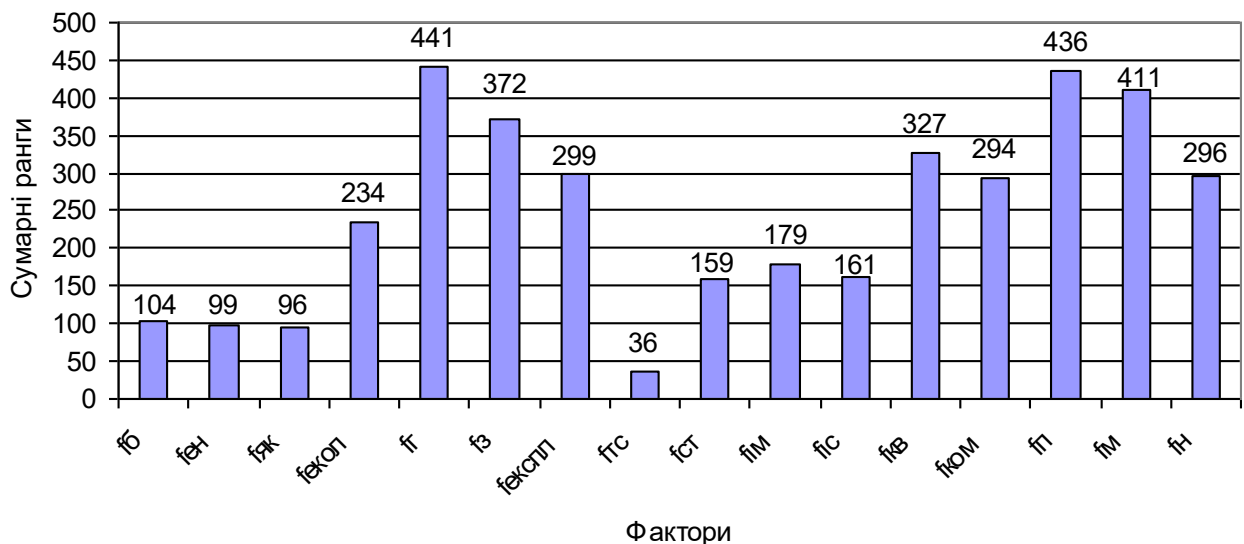


Рисунок 4.2 – Діаграма сумарних рангів досліджуваних факторів за результатами експертного оцінювання щодо їх впливу на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

За даними рис. 4.2, зважаючи на значення середнього рангу, яке дорівнює 246,5, робимо висновок, що з досліджуваних 16 факторів визначальний (найбільший) вплив на тривалість реконструкції промислових будівель здійснюють такі фактори:  $f_{mc}$ ,  $f_{ct}$ ,  $f_{im}$ ,  $f_{ic}$ , оскільки сумарні ранги цих факторів є мінімальними.

За даними рис. 4.2, зважаючи на значення середнього рангу, яке дорівнює 246,5, робимо висновок, що з досліджуваних 16 факторів визначальний (найбільший) вплив на вартість реконструкції промислових будівель здійснюють такі фактори:  $f_{mc}$ ,  $f_{як}$ ,  $f_{en}$ ,  $f_{б}$ ,  $f_{ct}$ ,  $f_{ic}$ ,  $f_{im}$ ,  $f_{екол}$ , оскільки сумарні ранги цих факторів є мінімальними.

Таким чином, організаційно-технологічними, технічними та управлінськими факторами, які здійснюють визначальний вплив на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, є: технічний стан будівлі ( $f_{mc}$ ), стисненість території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ), насиченість території промислового підприємства інженерними мережами та умови їх експлуатації ( $f_{im}$ ), насиченість території промислового підприємства інженерними спорудами та умови їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Ступінь впливу досліджуваних факторів на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

№ з/п	Фактори	Ступінь впливу факторів на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення		
		високий	середній	низький
1	2	3	4	5
1	Безпечність будівлі		+	
2	Енергоефективність будівлі			+
3	Якість будівлі		+	
4	Екологічність будівлі			+
5	Гармонізація будівлі з навколишнім середовищем			+
6	Раціональне міське землекористування			+
7	Оптимальна експлуатація будівлі		+	
8	Технічний стан будівлі	+		
9	Стисненість території об'єкта реконструкції	+		

Завершення таблиці 4.3

1	2	3	4	5
10	Насиченість території промислового підприємства інженерними мережами та умови їх експлуатації	+		
11	Насиченість території промислового підприємства інженерними спорудами та умови їх експлуатації	+		
12	Кваліфікація будівельного персоналу		+	
13	Компетентність адміністративно-управлінського персоналу		+	
14	Продуктивність праці		+	
15	Мотивація персоналу			+
16	Надійність будівельної організації		+	

Отже, організаційно-технологічними, технічними та управлінськими факторами, що здійснюють визначальний вплив на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, є:

- технічний стан будівлі ( $f_{mc}$ ),
- якість будівлі ( $f_{як}$ ),
- енергоефективність будівлі ( $f_{ен}$ ),
- безпечність будівлі ( $f_{б}$ ),
- стисненість території об'єкта реконструкції ( $f_{см}$ ),
- насиченість території промислового підприємства інженерними спорудами та умови їх експлуатації ( $f_{іс}$ ),
- насиченість території промислового підприємства інженерними мережами та умови їх експлуатації ( $f_{ім}$ ),
- екологічність будівлі ( $f_{екол}$ ).

Відомості про ступінь впливу досліджуваних факторів на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення представлено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Ступінь впливу досліджуваних факторів на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

№ з/п	Фактори	Ступінь впливу факторів на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення		
		високий	середній	низький
1	2	3	4	5
1	Безпечність будівлі	+		
2	Енергоефективність будівлі	+		
3	Якість будівлі	+		
4	Екологічність будівлі	+		
5	Гармонізація будівлі з навколишнім середовищем			+
6	Раціональне міське землекористування			+
7	Оптимальна експлуатація будівлі		+	
8	Технічний стан будівлі	+		
9	Стисненість території об'єкта реконструкції	+		
10	Насиченість території промислового підприємства інженерними мережами та умови їх експлуатації	+		
11	Насиченість території промислового підприємства інженерними спорудами та умови їх експлуатації	+		

Завершення таблиці 4.4

1	2	3	4	5
12	Кваліфікація будівельного персоналу			+
13	Компетентність адміністративно-управлінського персоналу		+	
14	Продуктивність праці			+
15	Мотивація персоналу			+
16	Надійність будівельної організації		+	

Для кількісного оцінювання впливу визначальних факторів на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення доцільно скористатися безрозмірними факторами, значення яких змінюються в межах від 0 до 1.

### **4.3 Формалізація організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, що здійснюють визначальний вплив на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення**

З урахуванням вищевикладеного формалізовано організаційно-технологічні, технічні та управлінські фактори, які здійснюють визначальний вплив на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення [137, 146, 300]. При цьому доцільно скористатися безрозмірними факторами, значення яких змінюються в межах від 0 до 1 залежно від сили впливу фактора на результативну ознаку. Отже, тривалість ( $T$ ) і вартість ( $C$ ) реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення залежать від таких визначальних факторів:

$$T = f(f_{mc}, f_{cm}, f_{im}, f_{ic}), \quad (4.1)$$



$$C = f(f_{mc}, f_{як}, f_{ен}, f_{б}, f_{ст}, f_{іс}, f_{ім}, f_{екол}), \quad (4.2)$$

де  $f_{mc}$  – фактор технічного стану будівлі;

$f_{ст}$  – фактор стисненості території об'єкта реконструкції;

$f_{ім}$  – фактор насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації;

$f_{іс}$  – фактор насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації;

$f_{кв}$  – фактор кваліфікації будівельного персоналу;

$f_{ком}$  – фактор компетентності адміністративно-управлінського персоналу;

$f_n$  – фактор надійності будівельної організації;

$f_n$  – фактор продуктивності праці;

$f_{як}$  – фактор якості будівлі;

$f_{ен}$  – фактор енергоефективності будівлі;

$f_{б}$  – фактор безпечності будівлі;

$f_{екол}$  – фактор екологічності будівлі.

Ці характеристики формуються протягом усіх стадій життєвого циклу промислових будівель (рис. 4.3).

Фактор технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) визначається за формулою:

$$f_{mc} = 1 - \frac{PW}{100}, \quad (4.3)$$

де  $PW$  – фізичний знос будівлі, % [27].

Фактор стисненості об'єкта реконструкції ( $f_{ст}$ ) розраховується таким чином:

$$f_{cm} = \frac{F_e}{F_{m\delta i}}, \quad (4.4)$$

де  $F_e$  – вільна площа території об'єкта реконструкції;

$F_{m\delta i}$  – площа, необхідна для розміщення тимчасової будівельної інфраструктури [105, 119, 226, 242].



Рисунок 4.3 – Система формування ефективності організації і управління процесом реконструкції промислових будівель

Вільна площа території будівельного майданчика визначається як різниця між загальною площею території об'єкта реконструкції та сумою

площ: забудови існуючими будівлями і спорудами; зон надземних інженерних мереж; території, зайнятої складами і дорогами; території, що перебуває в небезпечних зонах.

Площа, необхідна для розміщення тимчасової будівельної інфраструктури, розраховується як сума площі складів для зберігання будівельних конструкцій, матеріалів і виробів, площі, зайнятої побутовим містечком будівельників, площі доріг і майданчиків, необхідних на період реконструкції, площі зони роботи будівельних машин.

При цьому особливо стисненими вважаються умови, за яких  $f_{cm} = 0$ , сильно стиснені умови – при  $0 < f_{cm} \leq 0,4$ , стиснені умови – при  $0,4 < f_{cm} < 1$ , не стиснені умови – при  $f_{cm} \geq 1$  [105, 119, 226, 242].

Фактор насиченості промислової території інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) пропонується визначати за формулою:

$$f_{im} = \frac{L_{n_{im}}}{L_{заг_{im}}}, \quad (4.5)$$

де  $L_{n_{im}}$  – протяжність інженерних мереж, які потребують захисту або перенесення в процесі реконструкції;

$L_{заг_{im}}$  – загальна протяжність інженерних мереж об'єкта реконструкції.

Фактор насиченості промислової території інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) пропонується розраховувати таким чином:

$$f_{ic} = \frac{V_{зн}}{V_{рек}}, \quad (4.6)$$

де  $V_{зн}$  – будівельний об'єм інженерних споруд, які підлягають знесенню;

$V_{рек}$  – будівельний об'єм інженерних споруд, які підлягають реконструкції.

Визначення значень факторів якості, енергоефективності, безпечності, екологічності будівлі протягом її повного життєвого циклу здійснюється за допомогою методу експертних оцінок (порядок дослідження представлено в п. 2.2) у такій послідовності:

- визначаються складові конкретного фактора  $a_s$ , при цьому  $s = \overline{1, t}$  – кількість складових фактора;
- здійснюється кількісне оцінювання значень кожної складової фактора;
- розраховується узагальнене значення конкретного фактора:

$$f = \frac{\sum_{s=1}^t a_s}{t}, \quad (4.7)$$

де  $a_s$  – складова конкретного фактора;

$s = \overline{1, t}$  – кількість складових фактора.

Якість будівлі визначається за формулою:

$$f_{як} = \frac{\sum_{j=1}^m f_{як_j}}{m}, \quad (4.8)$$

де  $f_{як_j}$  –  $j$ -та складова фактора якості будівлі (рис. 4.4);

$m$  – кількість складових фактора якості будівлі.

Для розрахунку фактора енергоефективності будівлі пропонується формула:

$$f_{ен} = f_{ен_1} \cdot w_{ен_1} + f_{ен_2} \cdot w_{ен_2}, \quad (4.9)$$

де  $f_{ен_1}$  – складова фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій (рис. 4.5);

$f_{ен_2}$  – складова фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами (рис. 4.5);

$w_{ен_1}$  – коефіцієнт вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;

$w_{ен_2}$  – коефіцієнт вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами.

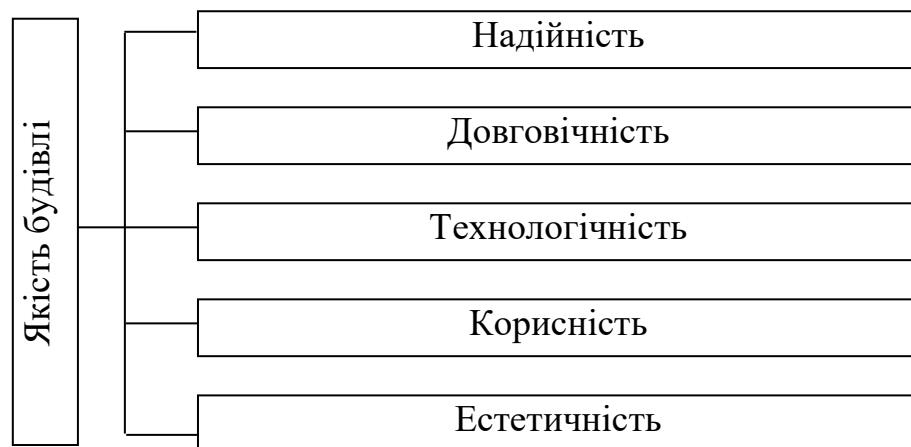


Рисунок 4.4 – Складові фактора якості будівлі

Значення коефіцієнтів вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій ( $w_{ен_1}$ ), та складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами ( $w_{ен_2}$ ), визначаються методом експертних оцінок, при цьому  $w_{ен_1} + w_{ен_2} = 1$ .



Рисунок 4.5 – Складові фактора енергоефективності будівлі

Значення складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій, розраховується за формулою:

$$f_{ен_1} = \frac{\sum_{k=1}^l f_{ен_{1k}}}{l}, \quad (4.10)$$

де  $f_{ен_{1k}}$  –  $k$ -тий елемент складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій (рис. 4.5);

$l$  – кількість елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій.

Значення складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами, розраховується за формулою:

$$f_{ен_2} = \frac{\sum_{g=1}^h f_{ен_2g}}{h}, \quad (4.11)$$

де  $f_{ен_2g}$  –  $g$ -тий елемент складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами (рис. 4.5);

$h$  – кількість елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами.

Безпечність будівлі визначається за формулою:

$$f_{\delta} = f_{\delta_{тер}} \cdot w_{\delta_{тер}} + f_{\delta_{б\ddot{y}д}} \cdot w_{\delta_{б\ddot{y}д}}, \quad (4.12)$$

де  $f_{\delta_{тер}}$ ,  $f_{\delta_{б\ddot{y}д}}$  – складові відповідно безпечності території та безпечності власне будівлі;

$w_{\delta_{тер}}$ ,  $w_{\delta_{б\ddot{y}д}}$  – коефіцієнти вагомості складових відповідно безпечності території та безпечності власне будівлі.

Значення коефіцієнтів вагомості складових безпечності території ( $w_{\delta_{тер}}$ ) та безпечності власне будівлі ( $w_{\delta_{б\ddot{y}д}}$ ) визначаються методом експертних оцінок, при цьому  $w_{\delta_{тер}} + w_{\delta_{б\ddot{y}д}} = 1$ .

Складові безпечності території та безпечності власне будівлі представлені на рис. 4.6 та визначаються за такими формулами:

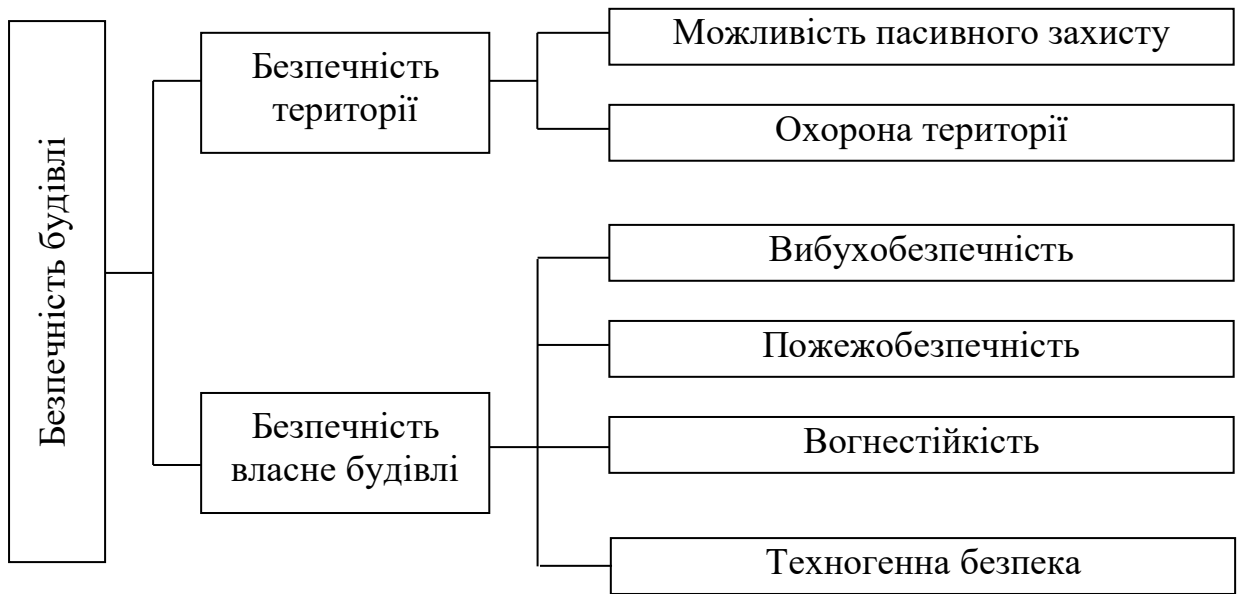


Рисунок 4.6 – Складові фактора безпечності будівлі

$$f_{\delta_{тер}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{\delta_{тер_i}}}{n}, \quad (4.13)$$

де  $f_{\delta_{тер_i}}$  –  $i$ -та складова безпечності території будівлі;

$n$  – кількість складових безпечності території будівлі;

$$f_{\delta_{буд_z}} = \frac{\sum_{z=1}^w f_{\delta_{буд_z}}}{w}, \quad (4.14)$$

де  $f_{\delta_{буд_z}}$  –  $z$ -та складова безпечності власне будівлі;

$w$  – кількість складових безпечності власне будівлі.

Екологічність будівлі пропонується визначати таким чином:

$$f_{екол} = f_{екол_1} \cdot w_{екол_1} + f_{екол_2} \cdot w_{екол_2}, \quad (4.15)$$



де  $f_{екол_1}$  – складова фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі (рис. 4.7);

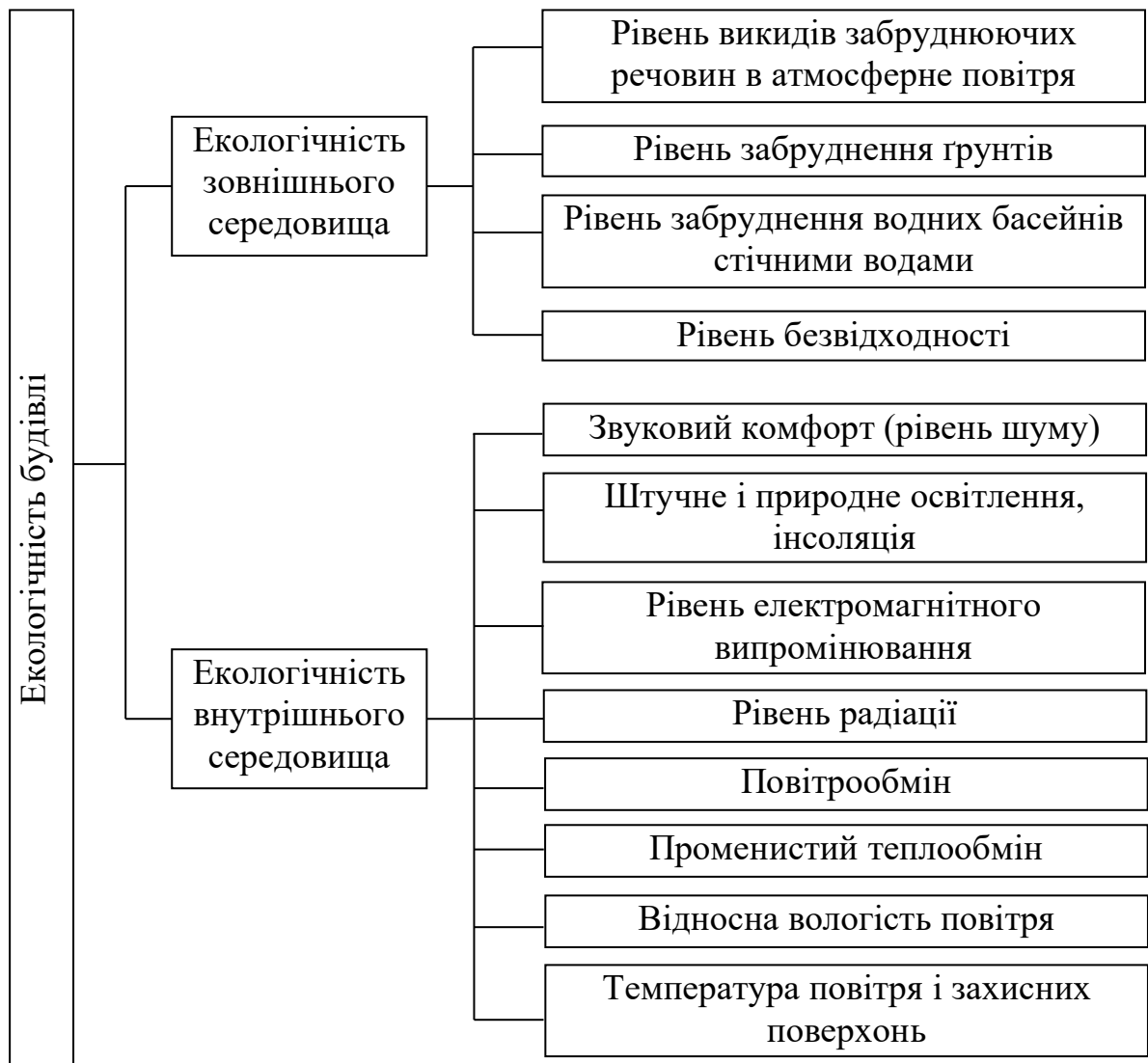


Рисунок 4.7 – Складові фактора екологічності будівлі

$f_{екол_2}$  – складова фактора екологічності внутрішнього середовища будівлі (рис. 4.7);

$w_{екол_1}$ ,  $w_{екол_2}$  – коефіцієнти вагомості складових фактора екологічності відповідно зовнішнього і внутрішнього середовища будівлі.

Значення коефіцієнтів вагомості складових фактора екологічності зовнішнього ( $w_{екол_1}$ ) і внутрішнього середовища ( $w_{екол_2}$ ) будівлі визначаються за допомогою методу експертних оцінок, при цьому  $w_{екол_1} + w_{екол_2} = 1$ .

Значення складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі розраховується за формулою:

$$f_{екол_1} = \frac{\sum_{p=1}^q f_{екол_1p}}{q}, \quad (4.16)$$

де  $f_{екол_1p}$  –  $p$ -тий елемент складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі;

$q$  – кількість елементів складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі.

Значення складової фактора екологічності внутрішнього середовища будівлі розраховується за формулою, аналогічною (4.16).

Саме ці фактори потрібно враховувати при розробленні, оцінюванні, обґрунтуванні та виборі організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення [137, 300].

#### **Висновки до розділу 4**

1. При організаційно-технологічному проектуванні реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення необхідно приймати економічно обґрунтовані рішення (з урахуванням мінімізації експлуатаційних витрат), які при цьому повинні забезпечувати надійність будівлі.

2. Концепція створення сучасних будівель передбачає можливість застосування екологічно чистих відновлюваних джерел енергії, оптимальне

використання енергії, збереження водних ресурсів, покращення якості навколишнього середовища.

3. Врахування множини факторів і параметрів, що впливають на вибір містобудівних, архітектурних, конструктивних, об'ємно-планувальних, інженерних рішень при проектуванні реконструкції промислових будівель, є складним завданням. До нього належать визначення стану та оцінка ґрунтів, вертикальні навантаження від будівлі, вплив температури і вологості. Крім цього враховуються протипожежні, санітарно-гігієнічні вимоги, питання експлуатації та встановлення інженерного обладнання, безпеки будівлі.

4. Для цього потрібен системний підхід до розроблення містобудівних, архітектурних, об'ємно-планувальних, конструктивних, організаційно-технологічних рішень, а також інженерних систем, завдяки чому можливе створення надійних, комфортних і енергоефективних будівель.

5. Враховуючи актуальні концепції сталого розвитку населених пунктів, сталого (зеленого) будівництва та компактних міст, а також на основі вивчення літературних джерел і аналізу проектної та виконавчої будівельної документації низки промислових будівель сформовано перелік факторів, які впливають на тривалість і вартість виконання робіт, до якого включено: безпечність будівлі, енергоефективність будівлі, якість будівлі, екологічність будівлі, гармонізація будівлі з навколишнім середовищем, раціональне міське землекористування, оптимальна експлуатація будівлі, технічний стан будівлі, стисненість території об'єкта реконструкції, насиченість території промислового підприємства інженерними мережами та умови їх експлуатації, насиченість території промислового підприємства інженерними спорудами та умови їх експлуатації, кваліфікація будівельного персоналу, компетентність адміністративно-управлінського персоналу, продуктивність праці, мотивація персоналу, надійність будівельної організації.

6. Із застосуванням методів експертних оцінок сформовано систему організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів, які

відображають специфічні особливості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення та здійснюють визначальний вплив на вартість і тривалість виконання робіт.

7. Для виявлення, в подальшому, закономірностей впливу визначальних факторів на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення здійснено формалізацію визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів. Для цього у дослідженні застосовано безрозмірні фактори, значення яких змінюються в межах від 0 до 1 залежно від сили впливу фактора на результативну ознаку.

8. Основні наукові результати цього розділу опубліковані в працях автора [137, 140, 146, 150, 157, 268, 300].

## РОЗДІЛ 5

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ФАКТОРІВ НА ТРИВАЛІСТЬ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ ЗМІНОЮ ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

#### 5.1 Характеристика вибіркової сукупності проектів реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення

Для виявлення та кількісного оцінювання впливу визначальних факторів на техніко-економічні показники було проаналізовано 29 проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, відомості про які надано Комунальною організацією «Інститут Генерального плану м. Києва» (додаток Б).

Розглянуті об'єкти вибіркової сукупності являють собою:

- промислово-складські будівлі підприємств переважно легкої і харчової промисловості, друкарень тощо;
- переважно одноповерхові;
- площею 900–4000 м<sup>2</sup>;
- з цегляними несучими стінами або самонесучими стінами зі збірних легкобетонних панелей;
- переважно прямокутної форми у плані.

Для виявлення зв'язку між досліджуваними техніко-економічними показниками проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення (тривалість, вартість) та визначальними факторами виконано аналіз вихідної інформації щодо її достовірності та однорідності, а також підпорядкування закону нормального розподілу, результати якого представлено в табл. 5.1. Для розрахунку використовувався програмний продукт MS Excel.

Таблиця 5.1 – Статистичні характеристики досліджуваних техніко-економічних показників та визначальних факторів проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Статистичні характеристики	Досліджувані техніко-економічні показники та фактори									
	$T$ , міс.	$C$ , грн./м <sup>2</sup>	$f_{mc}$	$f_{cm}$	$f_{im}$	$f_{ic}$	$f_{як}$	$f_{ен}$	$f_{б}$	$f_{екол}$
Мінімальне значення	9,5	10841	0,6	0,35	0,103	0,15	0,77	0,65	0,72	0,52
Максимальне значення	19	18760	0,75	0,6	0,3	0,3	0,9	0,78	0,95	0,63
Середнє значення	15	13946	0,65	0,47	0,208	0,2	0,81	0,696	0,802	0,56
Середньо-квадратичне відхилення	1,91	1784,6	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03
Коефіцієнт варіації	12,9	12,8	6,8	12,0	29,3	17,9	4,5	4,8	6,3	4,9
Показник асиметрії	-0,05	0,8	0,5	0,45	-0,05	1,31	1,32	0,89	1,13	0,97
Показник ексцесу	1,29	0,6	-0,96	0,45	-1,23	1,28	0,55	-0,06	1,53	0,44
$A/m_a$	-0,1	1,8	1,1	1,0	-0,11	2,8	2,8	1,9	2,5	2,1
$E/m_e$	1,4	0,7	-1,1	0,5	-1,35	1,4	0,6	-0,1	1,7	0,5

За результатами аналізу вихідної інформації встановлено, що вона є достовірною та однорідною, а досліджувані техніко-економічні показники і визначальні фактори підпорядковуються закону нормального розподілу. Таким чином, вихідна інформація може бути використана для моделювання досліджуваного процесу і виявлення зв'язку між показниками і факторами.

## 5.2 Виявлення однофакторних залежностей тривалості реконструкції промислових будівель від визначальних факторів

При виявленні однофакторних залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення від визначальних факторів аналітична форма рівнянь регресії визначалась шляхом багатокрокового вирішення задачі з використанням ПЕОМ із застосуванням програмного пакету для статистичного аналізу StatGraphics Plus 5.1 Enterprise. Для вибору рівняння регресії, яке найкращим чином апроксимує взаємозв'язок між тривалістю та визначальними факторами, аналізувалися такі типи функцій:

лінійна –  $Y = a + b \cdot x$ ,

експоненціальна –  $Y = e^{a+b \cdot x}$ ,

зворотна по  $Y$  –  $Y = \frac{1}{a + b \cdot x}$ ,

зворотна по  $X$  –  $Y = a + \frac{b}{x}$ ,

двічі зворотна –  $Y = \frac{1}{a + \frac{b}{x}}$ ,

логарифм по  $X$  –  $Y = a + \ln(x)$ ,

мультиплікативна –  $Y = a \cdot x^b$ ,

квадратний корінь по  $X$  –  $Y = a + b \cdot \sqrt{x}$ ,

квадратний корінь по  $Y$  –  $Y = (a + b \cdot x)^2$ ,

S-крива –  $Y = e^{a + \frac{b}{x}}$ .

Аналіз усіх типів залежностей тривалості ( $T$ ) реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = e^{a+b/x}$ .

Результати розрахунків представлено в табл. 5.2-5.3.

Таблиця 5.2 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = e^{a+b/x}$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	0,837228	0,165053	5,07247	0,0000
Параметр $b$	1,19499	0,106683	11,2013	0,0000

Таблиця 5.3 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	0,427252	1	0,427252	125,47	0,0000
Залишок	0,0919414	27	0,00340524	–	–
Разом	0,519193	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції ( $R$ ) дорівнює 0,907147.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 82,2915 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,0583544.

Середня абсолютна помилка складає 0,0434381.

Рівняння, яке описує підбрану модель, має такий вигляд:

$$T = e^{(0,837228 + \frac{1,19499}{f_{mc}})} \quad (5.1)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.3 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $T$  і  $f_{mc}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації показує, що підбрана модель пояснює 82,2915 % варіації  $T$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,907147, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.



Графічне відображення результатів представлено на рис. 5.1.

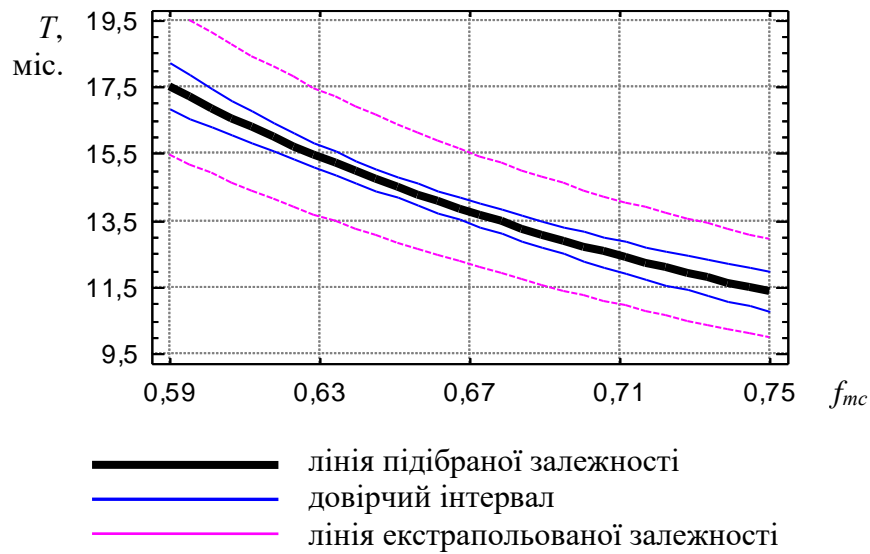


Рис. 5.1. Графік підібраної залежності тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ )

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Прогнозовані значення

Значення $f_{mc}$	Прогнозовані значення $T$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,6	16,9265	14,9419	19,1748	16,3461	17,5276
0,75	11,3652	9,97766	12,9456	10,7984	11,9617

Аналіз усіх типів залежностей тривалості ( $T$ ) реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) показав, що перше місце за

якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = e^{a+\frac{b}{x}}$  (табл. 5.5-5.6).

Таблиця 5.5 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = e^{a+\frac{b}{x}}$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	1,62698	0,0743053	21,8959	0,0000
Параметр $b$	0,485954	0,0339838	14,2996	0,0000

Таблиця 5.6 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	0,458634	1	0,458634	204,48	0,0000
Залишок	0,0605595	27	0,00224294	–	–
Разом	0,519193	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції ( $R$ ) дорівнює 0,939871.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 88,3358 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,0473597.

Середня абсолютна помилка складає 0,0306049.

Рівняння, яке описує підбрану модель, має такий вигляд:

$$T = e^{(1,62698 + \frac{0,485954}{f_{cm}})} \quad (5.2)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.6 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $T$  і  $f_{cm}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації показує, що підібрана модель пояснює 88,3358 % варіації  $T$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,939871, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Графічну інтерпретацію виявленої залежності тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від визначального фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) представлено на рис. 5.2.

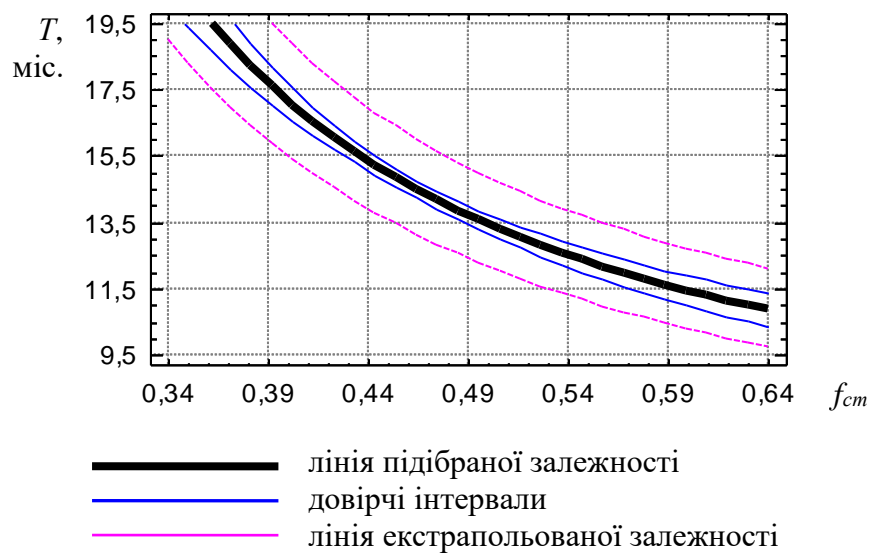


Рисунок 5.2 – Графік підбіраної залежності тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ )

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Прогнозовані значення

Значення $f_{cm}$	Прогнозовані значення $T$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,35	20,3978	18,2766	22,7651	19,3811	21,4677
0,6	11,4376	10,2985	12,7027	10,9943	11,8989

Аналіз усіх типів залежностей тривалості ( $T$ ) реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = (a + b \cdot x)^2$  (табл. 5.8-5.9).

Таблиця 5.8 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = (a + b \cdot x)^2$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	3,03465	0,0631636	48,0443	0,0000
Параметр $b$	3,83434	0,291691	13,1452	0,0000

Таблиця 5.9 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	1,58299	1	1,58299	172,8	0,0000
Залишок	0,247348	27	0,00916104	–	–
Разом	1,83034	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції ( $R$ ) дорівнює 0,92998.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 86,4862 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,0957133.

Середня абсолютна помилка складає 0,0670985.

Рівняння, яке описує підібрану модель, має такий вигляд:

$$T = (3,03465 + 3,83434 \cdot f_{im})^2. \quad (5.3)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.9 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $T$  і  $f_{im}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації показує, що підібрана модель пояснює 86,4862 % варіації  $T$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,92998, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Графічну інтерпретацію виявленої залежності тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) представлено на рис. 5.3.

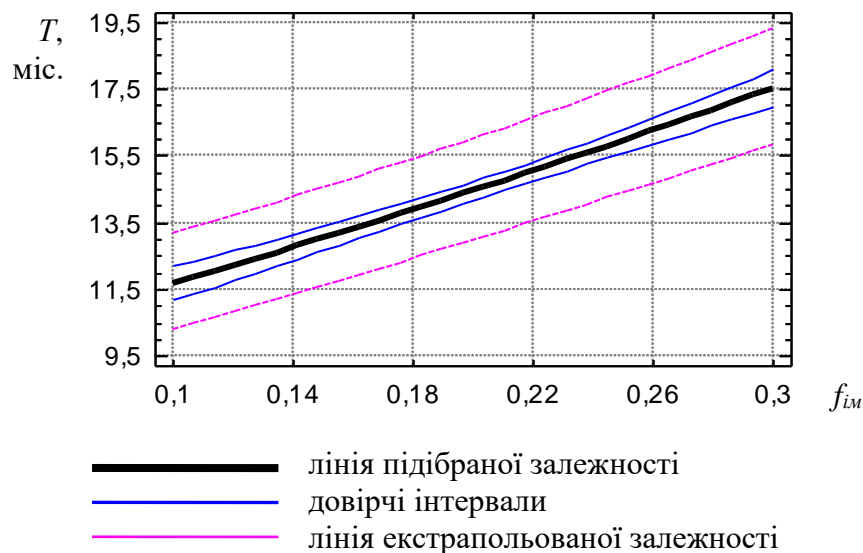


Рисунок 5.3 – Графік підібраної залежності тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ )

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.10).

Таблиця 5.10 – Прогнозовані значення

Значення $f_{im}$	Прогнозовані значення $T$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,103	11,7621	10,3699	13,242	11,2697	12,265
0,3	17,5138	15,8223	19,2913	16,9646	18,0719

Аналіз усіх типів залежностей тривалості ( $T$ ) реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = a + b \cdot \ln(x)$  (табл. 5.11-5.12).

Таблиця 5.11 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = a + b \cdot \ln(x)$ 

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	32,729	0,943008	34,707	0,0000
Параметр $b$	11,0818	0,577996	19,1727	0,0000

Таблиця 5.12 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	98,1502	1	98,1502	367,59	0,0000
Залишок	7,20919	27	0,267007	–	–
Разом	105,359	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції ( $R$ ) дорівнює 0,965181.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 93,1575 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,516727.

Середня абсолютна помилка складає 0,315332.

Рівняння, яке описує підбрану модель, має такий вигляд:

$$T = 32,729 + 11,0818 \cdot \ln(f_{ic}). \quad (5.4)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.12 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $T$  і  $f_{ic}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації показує, що підбрана модель пояснює 93,1575 % варіації  $T$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,965181, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Графічна інтерпретація виявленої залежності тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора  $f_{ic}$  представлена на рис. 5.4.

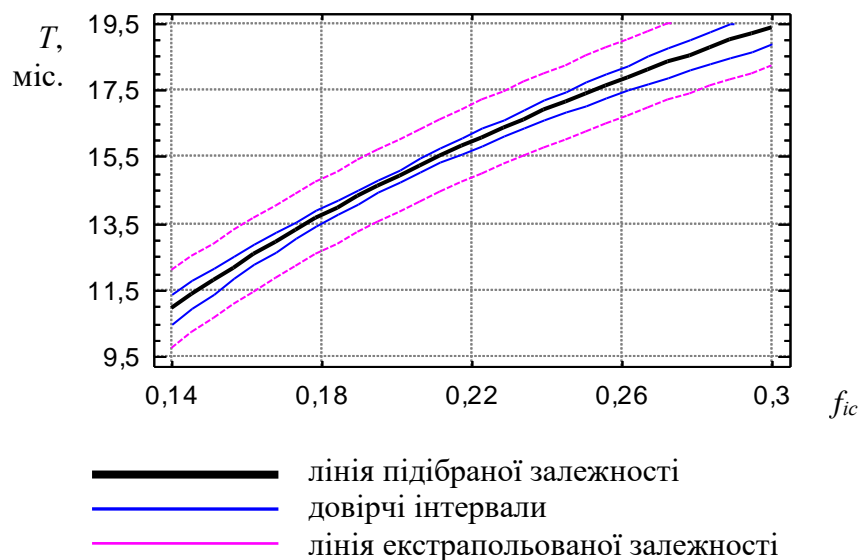


Рисунок 5.4 – Графік підбраної залежності тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ )

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.13).

Таблиця 5.13 – Прогнозовані значення

Значення $f_{ic}$	Прогнозовані значення $T$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,15	11,7056	10,5792	12,8318	11,3255	12,0855
0,3	19,3868	18,1994	20,5742	18,8522	19,9214

Отже, за результатами аналізу всіх типів залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від визначальних факторів: технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ), насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ), насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ), відібрано моделі, що посідають перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень, які зведено в табл. 5.14.

Таблиця 5.14 – Однофакторні моделі для обґрунтування тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення

Вид залежності	Коефі- цієнт коре- ляції	Коефі- цієнт детер- мінації, %	Значення критерію Фішера	
			фактичне, $F_\phi$	табличне, $F_m$
1	2	3	4	5
$T = e^{(0,837228 + \frac{1,19499}{f_{mc}})}$	0,907	82,29	125,47	4,21



Завершення таблиці 5.14

1	2	3	4	5
$T = e^{(1,62698 + \frac{0,485954}{f_{cm}})}$	0,939	88,33	204,48	4,21
$T = (3,03465 + 3,83434 \cdot f_{im})^2$	0,929	86,48	172,8	4,21
$T = 32,729 + 11,0818 \cdot \ln(f_{ic})$	0,965	93,15	367,59	4,21

### 5.3 Виявлення багатofакторних залежностей тривалості реконструкції промислових будівель від визначальних факторів

З метою уточнення отриманих однофакторних моделей і врахування взаємного комплексного впливу визначальних факторів на тривалість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення проаналізовано багатofакторні залежності.

Результати аналізу залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора технічного стану ( $f_{mc}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. 5.15-5.16.

Таблиця 5.15 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $T$ 

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	19,8304	2,91274	6,80817	0,0000
$f_{mc}$	-17,78	3,37667	-5,26556	0,0000
$f_{ic}$	32,376	4,13507	7,82961	0,0000

Таблиця 5.16 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	99,7876	2	49,8938	232,82	0,0000
Залишок	5,57181	26	0,2143	–	–
Разом	105,359	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 94,7116 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,462926.

Середня абсолютна помилка складає 0,293634.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $T$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$T = 19,8304 - 17,78 \cdot f_{mc} + 32,376 \cdot f_{ic}. \quad (5.5)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.16 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що виявлена залежність пояснює 94,7116 % варіації  $T$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.17).

Таблиця 5.17 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	19,8304	2,91274	13,8432	25,8176
$f_{mc}$	-17,78	3,37667	-24,7209	-10,8392
$f_{ic}$	32,376	4,13507	23,8762	40,8757

Результати аналізу залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) представлено в табл. 5.18-5.19.

Таблиця 5.18 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $T$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	22,5412	3,15921	7,13508	0,0000
$f_{cm}$	-21,5263	4,86992	-4,42026	0,0000
$f_{im}$	10,8653	4,47177	2,42975	0,0000

Таблиця 5.19 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	97,7844	2	48,8922	167,82	0,0000
Залишок	7,57493	26	0,291344	–	–
Разом	105,359	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 92,8104 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,539762.

Середня абсолютна помилка складає 0,423652.

Рівняння підібраної багатofакторної моделі, що описує залежність між  $T$  і двома незалежними змінними  $f_{cm}$  та  $f_{im}$  має такий вигляд:

$$T = 22,5412 - 21,5263 \cdot f_{cm} + 10,8653 \cdot f_{im}. \quad (5.6)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.19 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що виявлена залежність пояснює 92,8104 % варіації  $T$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.20).

Таблиця 5.20 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	22,5412	3,15921	16,0473	29,035
$f_{cm}$	-21,5263	4,86992	-31,5366	-11,516
$f_{im}$	10,8653	4,47177	1,67339	20,0571

Результати аналізу залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. 5.21-5.22.

Таблиця 5.21 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $T$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	18,6731	2,23714	8,34686	0,0000
$f_{cm}$	-18,794	2,95275	-6,36491	0,0000
$f_{ic}$	24,2259	4,60335	5,26265	0,0000

Таблиця 5.22 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	100,859	2	50,4293	291,32	0,0000
Залишок	4,50071	26	0,173104	–	–
Разом	105,359	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 95,7282 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,416058.

Середня абсолютна помилка складає 0,267782.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $T$  і двома незалежними змінними  $f_{cm}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$T = 18,6731 - 18,794 \cdot f_{cm} + 24,2259 \cdot f_{ic} \quad (5.7)$$

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.23).

Таблиця 5.23 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	18,6731	2,23714	14,0746	23,2716
$f_{cm}$	-18,794	2,95275	-24,8634	-12,7245
$f_{ic}$	24,2259	4,60335	14,7635	33,6882

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.22 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що виявлена залежність пояснює 95,7282 % варіації  $T$ .

Результати аналізу залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. 5.24-5.25.

Таблиця 5.24 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $T$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	6,08243	0,661502	9,19487	0,0000
$f_{im}$	14,1414	3,6585	3,86535	0,0007
$f_{ic}$	28,5846	6,21147	4,60191	0,0001

Таблиця 5.25 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	98,0476	2	49,0238	174,32	0,0000
Залишок	7,31179	26	0,281223	–	–
Разом	105,359	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 93,0601 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,530304.

Середня абсолютна помилка складає 0,298509.

Рівняння підбраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $T$  і двома незалежними змінними  $f_{im}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$T = 6,08243 + 14,1414 \cdot f_{im} + 28,5846 \cdot f_{ic}. \quad (5.8)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.25 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що виявлена залежність пояснює 93,0601 % варіації  $T$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.26).

Таблиця 5.26 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	6,08243	0,661502	4,72269	7,44217
$f_{im}$	14,1414	3,6585	6,62121	21,6616
$f_{ic}$	28,5846	6,21147	15,8167	41,3525

Результати аналізу залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ), фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) і фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) представлено в табл. 5.27-5.28.

Таблиця 5.27 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $T$ 

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	50,4728	9,11858	5,53516	0,0000
$f_{im}$	-39,454	11,3139	-3,48722	0,0018
$f_{ic}$	52,0081	6,60736	7,87123	0,0000
$f_{mc}$	-58,3154	11,9622	-4,87497	0,0001

Таблиця 5.28 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	101,611	3	33,8703	225,89	0,0000
Залишок	3,74846	25	0,149938	–	–
Разом	105,359	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 96,4422 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,387219.

Середня абсолютна помилка складає 0,308982.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $T$  і двома незалежними змінними  $f_{im}$ ,  $f_{ic}$  та  $f_{mc}$  має такий вигляд:

$$T = 50,4728 - 39,454 \cdot f_{im} + 52,0081 \cdot f_{ic} - 58,3154 \cdot f_{mc}. \quad (5.9)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.28 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що виявлена залежність пояснює 96,4422 % варіації  $T$ .



Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.29).

Таблиця 5.29 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	50,4728	9,11858	31,6927	69,2529
$f_{im}$	-39,454	11,3139	-62,7554	-16,1526
$f_{ic}$	52,0081	6,60736	38,3999	65,6162
$f_{mc}$	-58,3154	11,9622	-82,952	-33,6787

Результати аналізу залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. 5.30-5.31.

Таблиця 5.30 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $T$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	21,1238	2,54663	8,29481	0,0000
$f_{mc}$	-7,73628	4,31941	-1,79105	0,0854
$f_{cm}$	-13,2372	4,20262	-3,14975	0,0042
$f_{ic}$	24,1607	4,41968	5,46662	0,0000

Таблиця 5.31 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	101,37	3	33,7902	211,78	0,0000
Залишок	3,98888	25	0,159555	–	–
Разом	105,359	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 96,214 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,399444.

Середня абсолютна помилка складає 0,242343.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $T$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$ ,  $f_{cm}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$T = 21,1238 - 7,73628 \cdot f_{mc} - 13,2372 \cdot f_{cm} + 24,1607 \cdot f_{ic}. \quad (5.10)$$

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.32).

Таблиця 5.32 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	21,1238	2,54663	15,8789	26,3687
$f_{mc}$	-7,73628	4,31941	-16,6323	1,15972
$f_{cm}$	-13,2372	4,20262	-21,8926	-4,58171
$f_{ic}$	24,1607	4,41968	15,0582	33,2632

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.31 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що виявлена залежність пояснює 96,214 % варіації  $T$ .

Результати аналізу залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $T$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ), фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. 5.33-5.34.

Таблиця 5.33 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $T$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	44,3771	8,75532	5,06859	0,0000
$f_{mc}$	-41,8385	12,9846	-3,22217	0,0036
$f_{cm}$	-9,47418	3,9829	-2,37872	0,0257
$f_{im}$	-30,4135	11,0609	-2,74964	0,0112
$f_{ic}$	41,6297	7,47235	5,57117	0,0000

Таблиця 5.34 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	102,326	4	25,5815	202,4	0,0000
Залишок	3,03332	24	0,126388	–	–
Разом	105,359	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 97,121 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,355511.

Середня абсолютна помилка складає 0,262956.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $T$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$ ,  $f_{cm}$ ,  $f_{im}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$T = 44,3771 - 41,8385 \cdot f_{mc} - 9,47418 \cdot f_{cm} - 30,4135 \cdot f_{im} + 41,6297 \cdot f_{ic}. \quad (5.11)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 5.34 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що виявлена залежність пояснює 97,121 % варіації  $T$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 5.35).

Таблиця 5.35 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	44,3771	8,75532	26,307	62,4473
$f_{mc}$	-41,8385	12,9846	-68,6374	-15,0396
$f_{cm}$	-9,47418	3,9829	-17,6945	-1,25387
$f_{im}$	-30,4135	11,0609	-53,2421	-7,58491
$f_{ic}$	41,6297	7,47235	26,2075	57,0519

Таким чином, за результатами аналізу всіх типів залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального

призначення ( $T$ ) від визначальних факторів: фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ), фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ), фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ), фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ), фактора енергоефективності будівлі ( $f_{ен}$ ), безпечності будівлі ( $f_{б}$ ), фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ ), відібрано моделі, що посідають перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень, які зведено в табл. 5.36.

Таблиця 5.36 – Багатофакторні моделі для обґрунтування тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Вид залежності	Множинний коефіцієнт детермінації, %	Фактичне значення критерію Фішера, $F_\phi$	Табличне значення критерію Фішера, $F_m$
1	2	3	4
$T = 19,8304 - 17,78 \cdot f_{mc} + 32,376 \cdot f_{ic}$	94,7116	232,82	3,37
$T = 22,5412 - 21,5263 \cdot f_{cm} + 10,8653 \cdot f_{im}$	92,8104	167,82	3,37
$T = 18,6731 - 18,794 \cdot f_{cm} + 24,2259 \cdot f_{ic}$	95,7282	291,32	3,37
$T = 6,08243 + 14,1414 \cdot f_{im} + 28,5846 \cdot f_{ic}$	93,0601	174,32	3,37
$T = 50,4728 - 39,454 \cdot f_{im} + 52,0081 \cdot f_{ic} - 58,3154 \cdot f_{mc}$	96,4422	225,89	2,99
$T = 21,1238 - 7,73628 \cdot f_{mc} - 13,2372 \cdot f_{cm} + 24,1607 \cdot f_{ic}$	96,214	211,78	2,99
$T = 44,3771 - 41,8385 \cdot f_{mc} - 9,47418 \cdot f_{cm} - 30,4135 \cdot f_{im} + 41,6297 \cdot f_{ic}$	97,121	202,4	2,78

## Висновки до розділу 5

1. Сформовано вибіркочу сукупність проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, представлену промислово-складськими будівлями підприємств переважно легкої і харчової промисловості, друкарень тощо; переважно одноповерхові; площею 900–4000 м<sup>2</sup>; з цегляними несучими стінами або самонесучими стінами зі збірних легкобетонних панелей; переважно прямокутної форми у плані.

2. Обґрунтовано достовірність і однорідність даних вибіркової сукупності та відповідність цих даних закону нормального розподілу, а також можливість їх застосування для моделювання зв'язку між факторними та результативними ознаками.

3. За результатами моделювання зв'язку між факторними і результативними ознаками встановлено найбільш статистично достовірні однофакторні та багатфакторні моделі для обґрунтування тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, які дозволяють кількісно оцінити вплив визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів на тривалість та можуть бути використані при розробленні методики оцінювання умов реконструкції промислових будівель та обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт при існуючих ресурсних обмеженнях із урахуванням вимог до якості, безпеки, енергоефективності і екологічності об'єктів, а також прийняттого рівня ризику.

4. Оцінювання виявлених залежностей тривалості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення від визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів за критерієм Фішера, а також практична апробація в проектно-будівельних організаціях підтвердила їх адекватність реальному процесу

реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

5. Основні наукові результати цього розділу опубліковані в працях автора [138, 300].

## РОЗДІЛ 6

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ФАКТОРІВ НА  
ВАРТІСТЬ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ  
ЗМІНОЮ ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

**6.1 Виявлення однофакторних залежностей вартості реконструкції  
промислових будівель від визначальних факторів**

Аналіз усіх типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = e^{a+b \cdot x}$  (табл. 6.1-6.2).

Таблиця 6.1 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = e^{a+b \cdot x}$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	11,2297	0,137558	81,6361	0,0000
Параметр $b$	-2,6045	0,210938	-12,3472	0,0000

Таблиця 6.2 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	0,379974	1	0,379974	152,45	0,0000
Залишок	0,0672944	27	0,00249238	–	–
Разом	0,447268	28	–	–	–



Коефіцієнт кореляції ( $R$ ) дорівнює  $-0,921707$ .

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює  $84,9544\%$ .

Стандартна помилка оцінки складає  $0,0499238$ .

Середня абсолютна помилка складає  $0,0329896$ .

Рівняння, що описує підбрану модель, має такий вигляд:

$$C = e^{(11,2297 - 2,6045 \cdot f_{mc})} \quad (6.1)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.2 менше, ніж  $0,01$ , статистична значущість зв'язку між  $C$  і  $f_{mc}$  має  $99\%$  довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації вказує, що підбрана модель пояснює  $84,9544\%$  варіації  $C$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює  $-0,921707$ , вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Графічне відображення встановленої залежності між вартістю реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) та фактором технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) представлено на рис. 6.1.

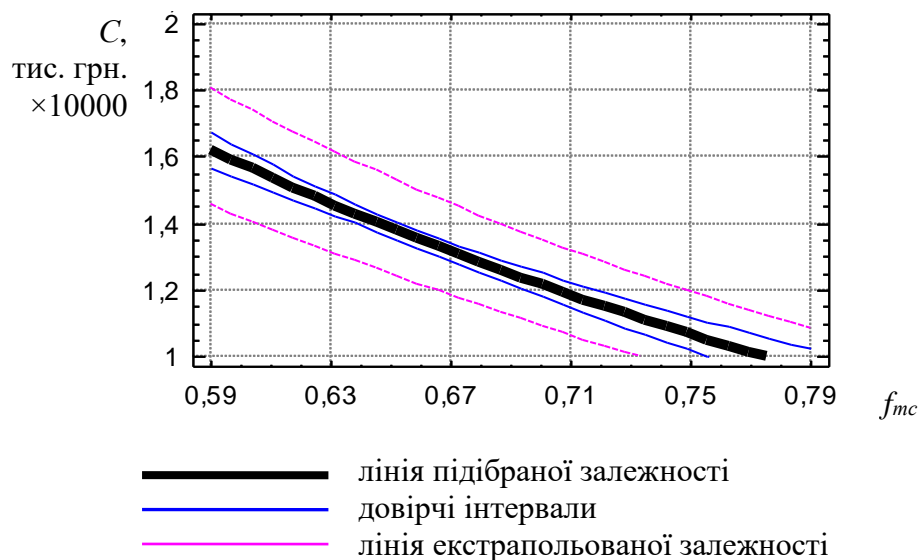


Рисунок 6.1 – Графік підбраної залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ )

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Прогнозовані значення

Значення $f_{mc}$	Прогнозовані значення $C$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,6	15787,8	14193,3	17561,4	15336,2	16252,7
0,75	10682,0	9543,4	11956,5	10191,3	11196,3

Аналіз усіх типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = a + b \cdot \ln(x)$  (табл. 6.4-6.5).

Таблиця 6.4 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = a + b \cdot \ln(x)$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	22388,0	491,138	45,5839	0,0000
Параметр $b$	39105,6	2229,75	17,5381	0,0000

Таблиця 6.5 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	8,49092E7	1	8,49092E7	307,59	0,0000
Залишок	7,45337E6	27	276051,0	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції ( $R$ ) дорівнює 0,958803.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 91,9303 %.

Стандартна помилка оцінки складає 525,405.

Середня абсолютна помилка складає 411,828.

Рівняння, що описує підбрану модель, має такий вигляд:

$$C = 22388,0 + 39105,6 \cdot \ln(f_{як}). \quad (6.2)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.5 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $C$  і  $f_{як}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації вказує, що підбрана модель пояснює 91,9303 % варіації  $C$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,958803, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Графічну інтерпретацію виявленої залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від визначального фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ) представлено на рис. 6.2.

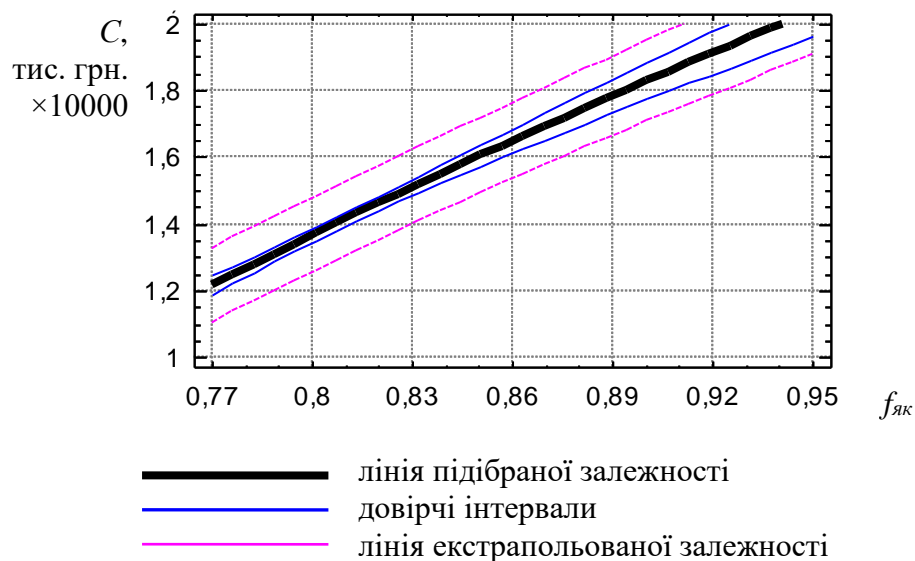


Рисунок 6.2 – Графік підбраної залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора якості будівлі ( $f_{як}$ )

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.6).

Таблиця 6.6 – Прогнозовані значення

Значення $f_{як}$	Прогнозовані значення $C$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,77	12167,1	11051,1	13283,2	11878,4	12455,9
0,9	18267,8	17060,3	19475,2	17724,0	18811,6

Аналіз усіх типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора енергоефективності будівлі ( $f_{ен}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = a + b \cdot \ln(x)$  (табл. 6.7-6.8).

Таблиця 6.7 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = a + b \cdot \ln(x)$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	27583,9	418,442	65,9204	0,0000
Параметр $b$	37547,3	1142,53	32,8631	0,0000

Таблиця 6.8 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,01098E7	1	9,01098E7	1079,99	0,0000
Залишок	2,25277E6	27	83436,0	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції (R) дорівнює 0,987729.

Коефіцієнт детермінації (R<sup>2</sup>) дорівнює 97,5609 %.

Стандартна помилка оцінки складає 288,853.

Середня абсолютна помилка складає 245,927.

Рівняння, що описує підібрану модель, має такий вигляд:

$$C = 27583,9 + 37547,3 \cdot \ln(f_{en}). \quad (6.3)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.8 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $C$  і  $f_{en}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації вказує, що підібрана модель пояснює 97,5609 % варіації  $C$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,987729, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.9).

Таблиця 6.9 – Прогнозовані значення

Значення $f_{en}$	Прогнозовані значення $C$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,65	11409,1	10785,9	12032,4	11216,3	11602,0
0,78	18254,8	17594,7	18914,9	17964,2	18545,5

Графічну інтерпретацію виявленої залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від визначального фактора енергоефективності будівлі ( $f_{en}$ ) представлено на рис. 6.3.

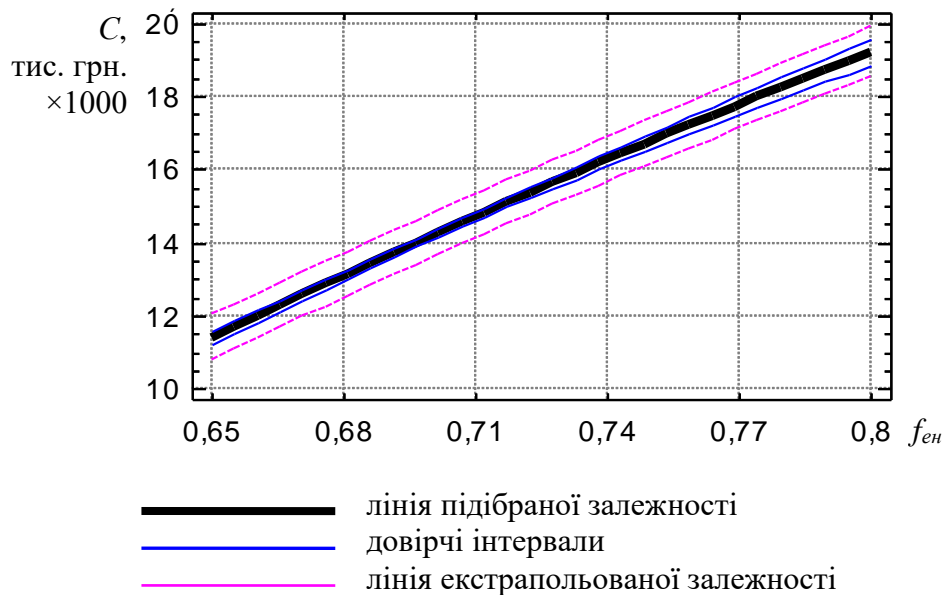


Рисунок 6.3 – Графік підбраної залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення (C) від фактора енергоефективності будівлі (f<sub>ен</sub>)

Аналіз усіх типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення (C) від фактора безпеки будівлі (f<sub>б</sub>) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = a + \frac{b}{x}$  (табл. 6.10-6.11).

експериментальних досліджень займає модель  $Y = a + \frac{b}{x}$  (табл. 6.10-6.11).

Таблиця 6.10 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = a + \frac{b}{x}$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр a	44012,4	223,482	196,94	0,0000
Параметр b	-24030,5	178,304	-134,773	0,0000

Таблиця 6.11 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,22255E7	1	9,22255E7	18163,7	0,0000
Залишок	137091,0	27	5077,46	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції (R) дорівнює -0,999258.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,8516 %.

Стандартна помилка оцінки складає 71,2563.

Середня абсолютна помилка складає 53,4382.

Рівняння, що описує підібрану модель, має такий вигляд:

$$C = 44012,4 - \frac{24030,5}{f_\sigma}. \quad (6.4)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.11 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $C$  і  $f_\sigma$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації вказує, що підібрана модель пояснює 99,8516 % варіації  $C$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює -0,999258, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.12).

Таблиця 6.12 – Прогнозовані значення

Значення $f_\sigma$	Прогнозовані значення $C$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,72	10636,7	10479,7	10793,8	10579,5	10694,0
0,95	18717,2	18551,7	18882,7	18639,6	18794,7

Графічну інтерпретацію виявленої залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від визначального фактора безпеки будівлі ( $f_{\sigma}$ ) представлено на рис. 6.4.

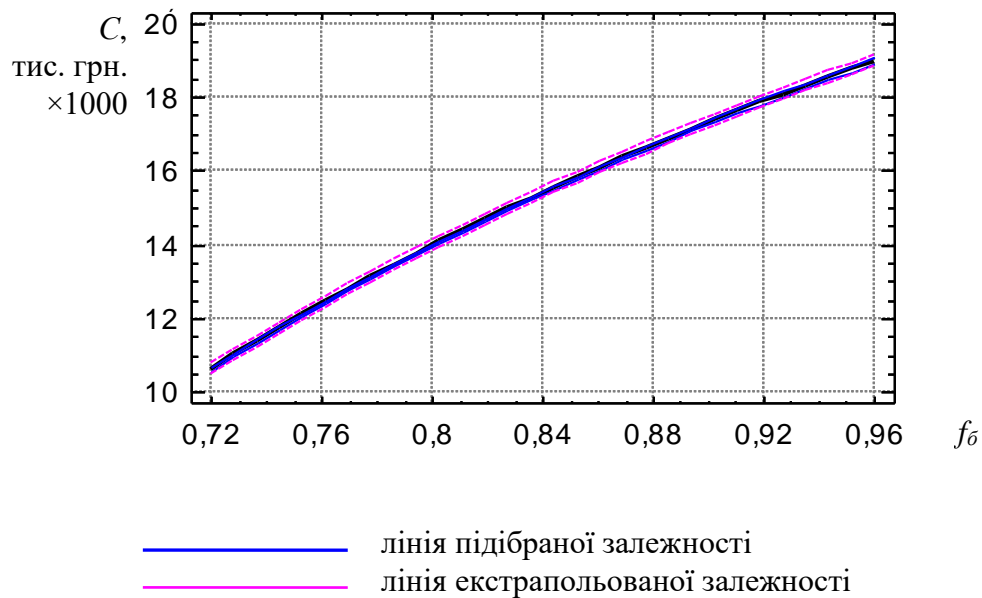


Рисунок 6.4 – Графік підбраної залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора безпеки будівлі ( $f_{\sigma}$ )

Аналіз усіх типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = e^{a + \frac{b}{x}}$  (табл. 6.13-6.14).



Таблиця 6.13 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = e^{a + \frac{b}{x}}$ 

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	8,52209	0,0472338	180,423	0,0000
Параметр $b$	0,466583	0,0216025	0,0216025	0,0000

Таблиця 6.14 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	0,422798	1	0,422798	466,5	0,0000
Залишок	0,0244708	27	0,0009063	–	–
Разом	0,447268	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції ( $R$ ) дорівнює 0,972259.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 94,5288 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,0301053.

Середня абсолютна помилка складає 0,0238161.

Рівняння, що описує підбрану модель, має такий вигляд:

$$C = e^{(8,52209 + \frac{0,466583}{f_{cm}})} \quad (6.5)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.14 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $C$  і  $f_{cm}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації вказує, що підбрана модель пояснює 94,5288 % варіації  $C$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,972259, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Графічну інтерпретацію виявленої залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від визначального фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) представлено на рис. 6.5.

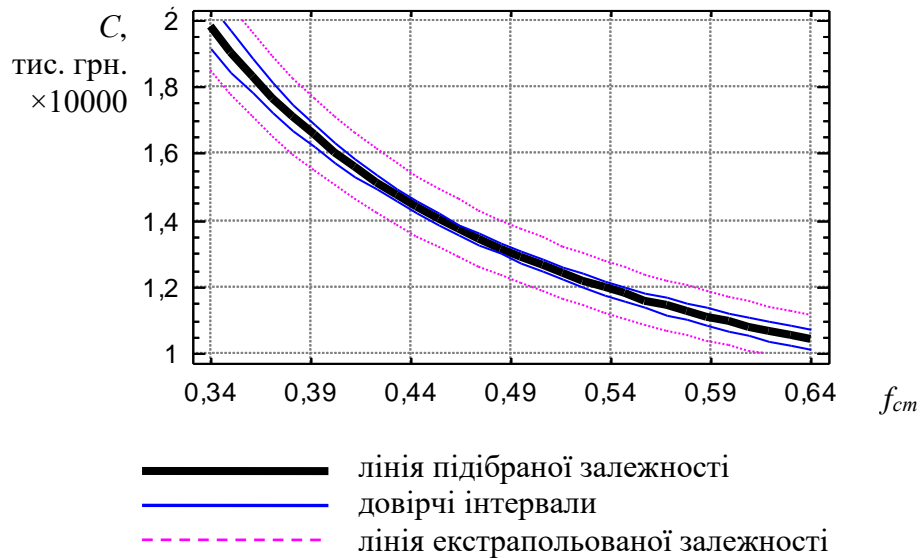


Рисунок 6.5 – Графік підбіраної залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ )

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.15).

Таблиця 6.15 – Прогнозовані значення

Значення $f_{cm}$	Прогнозовані значення $C$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,35	19056,8	17772,0	20434,5	18447,5	19686,3
0,6	10935,0	10229,6	11689,1	10663,6	11213,3

Аналіз усіх типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = a + \frac{b}{x}$  (табл. 6.16-6.17).

Таблиця 6.16 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = a + \frac{b}{x}$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	25371,7	320,068	79,2697	0,0000
Параметр $b$	-2224,91	61,5947	-36,1218	0,0000

Таблиця 6.17 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,049E7	1	9,049E7	1304,78	0,0000
Залишок	1,87252E6	27	69352,4	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції ( $R$ ) дорівнює -0,989811.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 97,9726 %.

Стандартна помилка оцінки складає 263,349.

Середня абсолютна помилка складає 159,269.

Рівняння, що описує підбрану модель, має такий вигляд:

$$C = 25371,7 - \frac{2224,91}{f_{ic}}. \quad (6.6)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.17 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $C$  і  $f_{ic}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації вказує, що підібрана модель пояснює 97,9726 % варіації  $C$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює -0,989811, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Графічну інтерпретацію виявленої залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від визначального фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено на рис. 6.6.

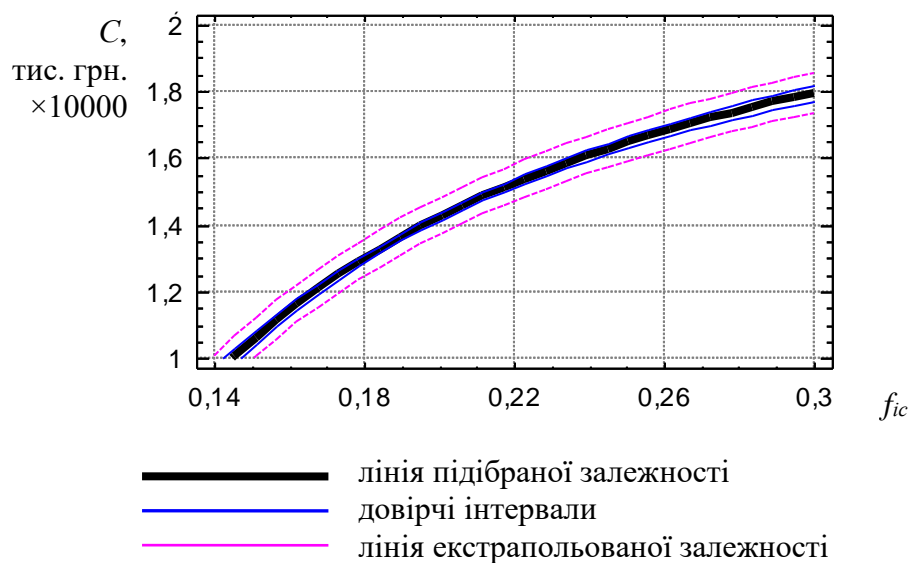


Рисунок 6.6 – Графік підібраної залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ )

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.18).

Таблиця 6.18 – Прогнозовані значення

Значення $f_{ic}$	Прогнозовані значення $C$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,15	10539,0	9956,29	11121,6	10321,0	10757,0
0,3	17955,3	17360,4	18550,2	17706,5	18204,2

Аналіз усіх типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = e^{a+b \cdot x}$  (табл. 6.19-6.20).

Таблиця 6.19 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = e^{a+b \cdot x}$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	9,12693	0,0226552	402,862	0,0000
Параметр $b$	1,96431	0,104622	18,7752	0,0000

Таблиця 6.20 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	0,415448	1	0,415448	352,51	0,0000
Залишок	0,0318207	27	0,00117855	–	–
Разом	0,447268	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції (R) дорівнює 0,963771.

Коефіцієнт детермінації (R<sup>2</sup>) дорівнює 92,8855 %.

Стандартна помилка оцінки складає 0,0343299.

Середня абсолютна помилка складає 0,0241261.

Рівняння, що описує підбрану модель, має такий вигляд:

$$C = e^{(9,12693+1,96431f_{im})}. \quad (6.7)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.20 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $C$  і  $f_{im}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації вказує, що підбрана модель пояснює 92,8855 % варіації  $C$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,963771, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.21).

Таблиця 6.21 – Прогнозовані значення

Значення $f_{im}$	Прогнозовані значення $C$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,103	11262,7	10447,9	12141,0	10973,4	11559,6
0,3	16584,4	15396,4	17864,1	16195,6	16982,6

Графічну інтерпретацію виявленої залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від визначального фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) представлено на рис. 6.7.

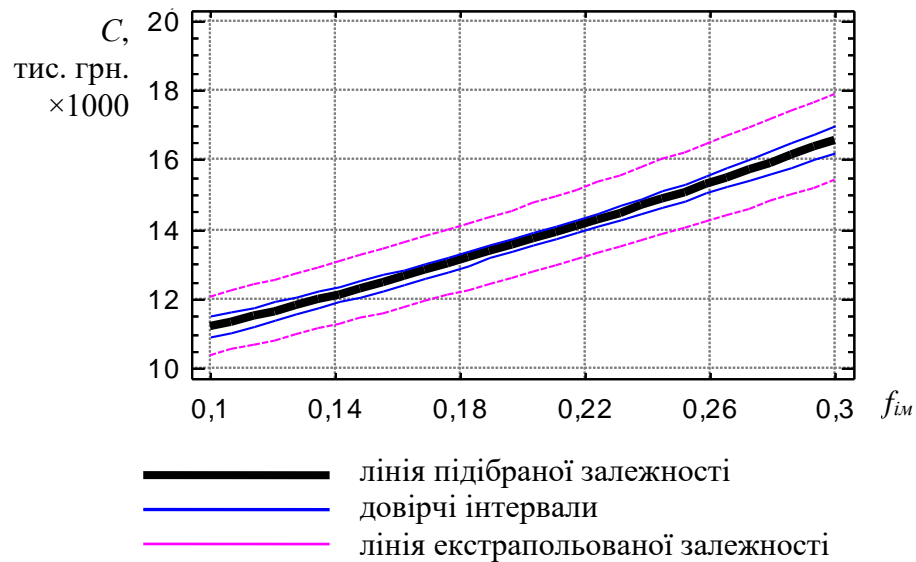


Рисунок 6.7 – Графік підібраної залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ )

Аналіз усіх типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора екологічності будівлі ( $f_{еко\ell}$ ) показав, що перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень займає модель  $Y = (a + b \cdot x)^2$  (табл. 6.22-6.23).

Таблиця 6.22 – Регресійний аналіз – модель:  $Y = (a + b \cdot x)^2$

Параметр	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Параметр $a$	-33,2029	4,57599	-7,2559	0,0000
Параметр $b$	268,066	8,1107	33,0509	0,0000

Таблиця 6.23 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	1559,91	1	1559,91	1092,36	0,0000
Залишок	38,5564	27	1,42801	–	–
Разом	1598,46	28	–	–	–

Коефіцієнт кореляції (R) дорівнює 0,987866.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 97,5879 %.

Стандартна помилка оцінки складає 1,195.

Середня абсолютна помилка складає 0,947797.

Рівняння, що описує підбрану модель, має такий вигляд:

$$C = (268,066 \cdot f_{\text{екол}} - 33,2029)^2. \quad (6.8)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.23 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку між  $C$  і  $f_{\text{екол}}$  має 99 % довірчий рівень.

Коефіцієнт детермінації вказує, що підбрана модель пояснює 97,5879 % варіації  $C$ . Коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,987866, вказує на наявність достатнього сильного зв'язку між змінними.

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.24).

Таблиця 6.24 – Прогнозовані значення

Значення $f_{\text{екол}}$	Прогнозовані значення $C$	95 % межі прогнозування		95 % довірчий інтервал	
		нижні	верхні	верхній	нижній
0,52	11276,6	10731,8	11834,9	11095,6	11459,0
0,633	18627,5	17884,8	19385,4	18289,9	18968,3



Графічну інтерпретацію виявленої залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від визначального фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ ) представлено на рис. 6.8.

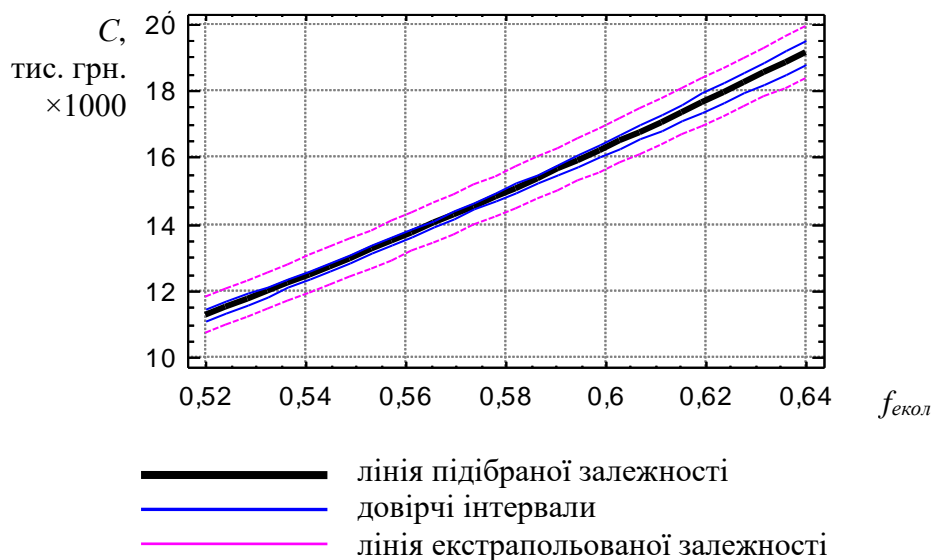


Рисунок 6.8 – Графік підібраної залежності вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ )

Таким чином, за результатами аналізу різних типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від:

- фактора технічного стану будівлі ( $f_{мс}$ ),
- фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ),
- фактора енергоефективності будівлі ( $f_{ен}$ ),
- фактора безпечності будівлі ( $f_{б}$ ),
- фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{ст}$ ),
- фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{іс}$ ),

– фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ),

– фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ )

відібрано моделі, що посідають перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень, які зведено в табл. 6.25.

Таблиця 6.25 – Однофакторні моделі для обґрунтування вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Вид залежності	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації, %	Значення критерію Фішера	
			фактичне значення, $F_\phi$	табличне значення, $F_m$
1	2	3	4	5
$C = e^{(11,2297 - 2,6045 \cdot f_{mc})}$	-0,92	84,95	152,45	4,21
$C = 22388,0 + 39105,6 \cdot \ln(f_{як})$	0,95	91,93	307,59	4,21
$C = 27583,9 + 37547,3 \cdot \ln(f_{ен})$	0,98	97,56	1079,99	4,21
$C = 44012,4 - \frac{24030,5}{f_\delta}$	-0,99	99,85	18163,7	4,21
$C = e^{(8,52209 + \frac{0,466583}{f_{cm}})}$	0,97	94,52	466,5	4,21
$C = 25371,7 - \frac{2224,91}{f_{ic}}$	-0,98	97,97	1304,78	4,21
$C = e^{(9,12693 + 1,96431 \cdot f_{im})}$	0,96	92,88	352,51	4,21
$C = (268,066 \cdot f_{екол} - 33,2029)^2$	0,98	97,58	1092,36	4,21

## 6.2 Виявлення багатфакторних залежностей вартості реконструкції промислових будівель від визначальних факторів

З метою уточнення отриманих однофакторних моделей і врахування взаємного комплексного впливу визначальних факторів на вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення проаналізовано багатфакторні моделі.

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) представлено в табл. 6.26-6.27.

Таблиця 6.26 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-20903,4	8633,51	-2,4212	0,0228
$f_{mc}$	36479,4	10817,3	3,37231	0,0023
$f_{im}$	53488,1	7802,3	6,85542	0,0000

Таблиця 6.27 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	8,55969E7	2	4,27984E7	164,47	0,0000
Залишок	6,76565E6	26	260217,0	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 92,6749 %.

Стандартна помилка оцінки складає 510,115.

Середня абсолютна помилка складає 310,363.

Рівняння підбраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$  та  $f_{im}$  має такий вигляд:

$$C = 36479,4 \cdot f_{mc} + 53488,1 \cdot f_{im} - 20903,4. \quad (6.9)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.27 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 92,6749 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.28).

Таблиця 6.28 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-20903,4	8633,51	-38649,9	-3156,97
$f_{mc}$	36479,4	10817,3	14244,0	58714,7
$f_{im}$	53488,1	7802,3	37450,2	69526,0

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. 6.29-6.30.

Таблиця 6.29 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$ 

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	13671,6	1385,12	9,8703	0,0000
$f_{mc}$	-11151,3	1605,74	-6,94466	0,0000
$f_{ic}$	37617,3	1966,39	19,1301	0,0000

Таблиця 6.30 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,11025E7	2	4,55513E7	939,95	0,0000
Залишок	1,26E6	26	48461,6	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 98,6358 %.

Стандартна помилка оцінки складає 220,14.

Середня абсолютна помилка складає 148,689.

Рівняння підбраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$C = 13671,6 - 11151,3 \cdot f_{mc} + 37617,3 \cdot f_{ic}. \quad (6.10)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.30 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 98,6358 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.31).

Таблиця 6.31 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	13671,6	1385,12	10824,4	16518,7
$f_{mc}$	-11151,3	1605,74	-14452,0	-7850,67
$f_{ic}$	37617,3	1966,39	33575,3	41659,2

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) представлено в табл. 6.32-6.33.

Таблиця 6.32 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	16511,0	3180,51	5,1913	0,0000
$f_{cm}$	-12910,2	4902,77	-2,63324	0,0140
$f_{im}$	16680,4	4501,93	3,70516	0,0010

Таблиця 6.33 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	8,46851E7	2	4,23425E7	143,39	0,0000
Залишок	7,67746E6	26	295287,0	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 91,6877 %.

Стандартна помилка оцінки складає 543,403.

Середня абсолютна помилка складає 389,443.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{cm}$  та  $f_{im}$  має такий вигляд:

$$C = 16511,0 - 12910,2 \cdot f_{cm} + 16680,4 \cdot f_{im}. \quad (6.11)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. 6.33 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 91,6877 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. 6.34).

Таблиця 6.34 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	16511,0	3180,51	9973,35	23048,7
$f_{cm}$	-12910,2	4902,77	-22988,0	-2832,38
$f_{im}$	16680,4	4501,93	7426,5	25934,2

Таким чином, за результатами аналізу всіх типів залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від визначальних факторів: фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ), фактора енергоефективності будівлі ( $f_{ен}$ ), фактора безпечності будівлі ( $f_{\sigma}$ ), фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ), фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ), фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ), фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ ) відібрано моделі, що посідають перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень (за результатами розрахунків, аналогічних наведеним в табл. 6.26-6.34, і представленим у додатку В (табл. В.1-В.57)), які зведено в табл. 6.35.

Таблиця 6.35 – Багатофакторні моделі для обґрунтування вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Вид залежності	Множинний коефіцієнт детермінації, %	Фактичне значення критерію Фішера, $F_{\phi}$	Табличне значення критерію Фішера, $F_m$
1	2	3	4
$C = 36479,4 \cdot f_{mc} + 53488,1 \cdot f_{im} - 20903,4$	92,67	164,47	3,37
$C = 13671,6 - 11151,3 \cdot f_{mc} + 37617,3 \cdot f_{ic}$	98,63	939,95	3,37
$C = 16511,0 - 12910,2 \cdot f_{cm} + 16680,4 \cdot f_{im}$	91,68	143,39	3,37
$C = 11535,8 - 9889,66 \cdot f_{cm} + 35120,6 \cdot f_{ic}$	98,21	712,35	3,37



Завершення таблиці 6.35

1	2	3	4
$C = 5155,51 + 33570,1 \cdot f_{ic} + 9965,16 \cdot f_{im}$	98,36	781,78	3,37
$C = 32788,5 \cdot f_{як} - 15243,3 \cdot f_{mc} - 2583,94$	97,1291	439,82	3,37
$C = 30641,8 \cdot f_{\bar{o}} - 6370,4 \cdot f_{mc} - 6490,57$	99,96	42801,8	3,37
$C = 31023,3 \cdot f_{\bar{o}} - 4274,75 \cdot f_{cm} - 8944,46$	99,57	3081,57	3,37
$C = 28783,7 \cdot f_{\bar{o}} + 5936,7 \cdot f_{im} - 10378,4$	99,94	24017,7	3,37
$C = 41859,1 \cdot f_{\bar{o}} - 9178,28 \cdot f_{ic} - 17796,8$	99,37	2053,7	3,37
$C = 47336,1 \cdot f_{ен} - 4875,15 \cdot f_{mc} - 15837,9$	97,88	600,41	3,37
$C = 55883,4 \cdot f_{екол} - 6312,88 \cdot f_{mc} - 13438,4$	98,69	981,67	3,37
$C = 92135,9 \cdot f_{екол} - 21187,1 \cdot f_{як} - 20885,1$	98,72	1009,86	3,37
$C = 40966,9 \cdot f_{mc} - 15112,3 \cdot f_{cm} + 43756,1 \cdot f_{im} - 14741,2$	95,66	183,86	2,99
$C = 14075,3 - 8016,41 \cdot f_{mc} - 4131,66 \cdot f_{cm} + 35053,1 \cdot f_{ic}$	98,8	687,72	2,99
$C = 8912,23 - 5520,95 \cdot f_{cm} + 6408,88 \cdot f_{im} + 31378,9 \cdot f_{ic}$	98,73	648,79	2,99
$C = 5756,9 \cdot f_{im} - 5494,29 \cdot f_{ic} + 32860,5 \cdot f_{\bar{o}} - 12511,7$	99,97	32030,6	2,99
$C = 1342,94 \cdot f_{як} + 29567,0 \cdot f_{\bar{o}} - 6558,45 \cdot f_{mc} - 6589,21$	99,97	32108,9	2,99
$C = 31927,8 \cdot f_{\bar{o}} + 3207,23 \cdot f_{im} - 3218,99 \cdot f_{ic} -$ $- 2904,17 \cdot f_{mc} - 9799,54$	99,98	33819,0	2,78
$C = 3965,28 \cdot f_{як} + 31367,8 \cdot f_{\bar{o}} - 7591,23 \cdot f_{екол} -$ $- 7189,21 \cdot f_{mc} - 5460,83$	99,98	29978,1	2,78
$C = 17183,8 \cdot f_{ен} + 20833,2 \cdot f_{\bar{o}} + 28890,9 \cdot f_{екол} -$ $- 17587,9 \cdot f_{як} - 16824,4$	99,81	3254,77	2,78
$C = 7279,2 \cdot f_{як} - 3880,97 \cdot f_{ен} + 33279,3 \cdot f_{\bar{o}} -$ $- 12098,4 \cdot f_{екол} - 8189,06 \cdot f_{mc} - 3774,89$	99,98	28236,4	2,64

З метою врахування зміни вартості в часі можливе застосування: регіонального коефіцієнту, що визначається на основі показників опосередкованої вартості житла в регіонах України, індексів зміни вартості

будівельних робіт, які визначаються Міністерством розвитку громад та територій України на відповідний період; індексів інфляції, що визначаються Державною службою статистики України.

### **Висновки до розділу 6**

1. Запропоновані математичні моделі засновані на врахуванні системного впливу визначальних факторів і дають можливість для кількісного оцінювання рівня досягнення заданого результату, зокрема за критерієм вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, за наявності на конкретному етапі організаційно-технологічного проектування інформацією. Це пояснюється тим, що вартість є керованим параметром, за яким кінцеві результати оцінюються з точки зору відповідності фактичного стану проекту запланованому, відповідності одержаного результату проекту вимогам інвестора.

2. Дискусійним питанням проведеного дослідження є зміна вартості в часі, проте цей недолік може бути усунутий шляхом застосування: коефіцієнту, що визначається на основі показників опосередкованої вартості житла в регіонах; індексів зміни вартості будівельних робіт; індексів інфляції.

3. При надходженні додаткової інформації, зокрема щодо умов реконструкції промислових будівель та ресурсних обмежень, на наступних етапах реконструкції очікувана вартість може уточнюватися. Наприклад, у разі зміни динаміки інвестицій, умов постачання ресурсів, ринкової кон'юнктури тощо відбуватимуться коригуючі впливи, зокрема у вигляді змін тривалості етапів, що, в свою чергу, позначатиметься на вартості реконструкції.

4. Оцінювання виявлених залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення від визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів за критерієм Фішера, а також практична апробація в проектно-будівельних організаціях підтвердила їх адекватність досліджуваному процесу реконструкції.

5. Основні наукові результати цього розділу опубліковані в працях автора [138, 300].

## РОЗДІЛ 7

### **ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ ЗМІНОЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ФАКТОРІВ, ПРИЙНЯТНОГО РІВНЯ РИЗИКУ, УМОВ СТІЙКОСТІ СХИЛІВ ТА СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬ, РОЗТАШОВАНИХ НА СХИЛАХ**

**7.1 Методичний підхід до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт**

Методичний підхід до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності варіантів організаційно-технологічних рішень із виробництва будівельних робіт при заданих ресурсних обмеженнях ґрунтується на врахуванні вимог до енергоефективності, безпечності, якості та екологічності об'єктів і прийнятного рівня ризику, а також є адаптованим до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

**7.1.1 Основні положення методики оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт.**

На сьогодні актуальним є завдання створення інструментарію оцінювання тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, з урахуванням ймовірнісних впливів мінливого зовнішнього середовища, ресурсних обмежень проекту та

дотриманням сучасних вимог щодо об'єктів будівництва, призначеного, перш за все, для потреб замовника, інвестора.

Обґрунтування і вибір ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт засновані на оцінюванні умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, з урахуванням існуючих ресурсних обмежень, вимог до енергоефективності, безпеки, якості та екологічності об'єктів, прийняттого рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

Обґрунтування та вибір раціональних організаційно-технологічних рішень засновані на визначенні тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, при розрахунку яких необхідно враховувати системний вплив визначальних факторів, та ймовірнісну природу цього впливу, а також можливості коригування рішень, що розглядаються, з метою забезпечення заданих ресурсних обмежень.

Сутність запропонованого методичного підходу до обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення представлено на рис. 7.1.

Запропонований підхід передбачає формування множини вихідних даних, множини вимог і обмежень щодо отримання та застосування очікуваного результату, з урахуванням існуючих ресурсних обмежень, вимог до енергоефективності, безпеки, якості та екологічності об'єктів, прийняттого рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

Цей підхід дозволяє здійснювати коригування організаційно-технологічних рішень для забезпечення заданих ресурсних обмежень шляхом поступового наближення до заданих умов.

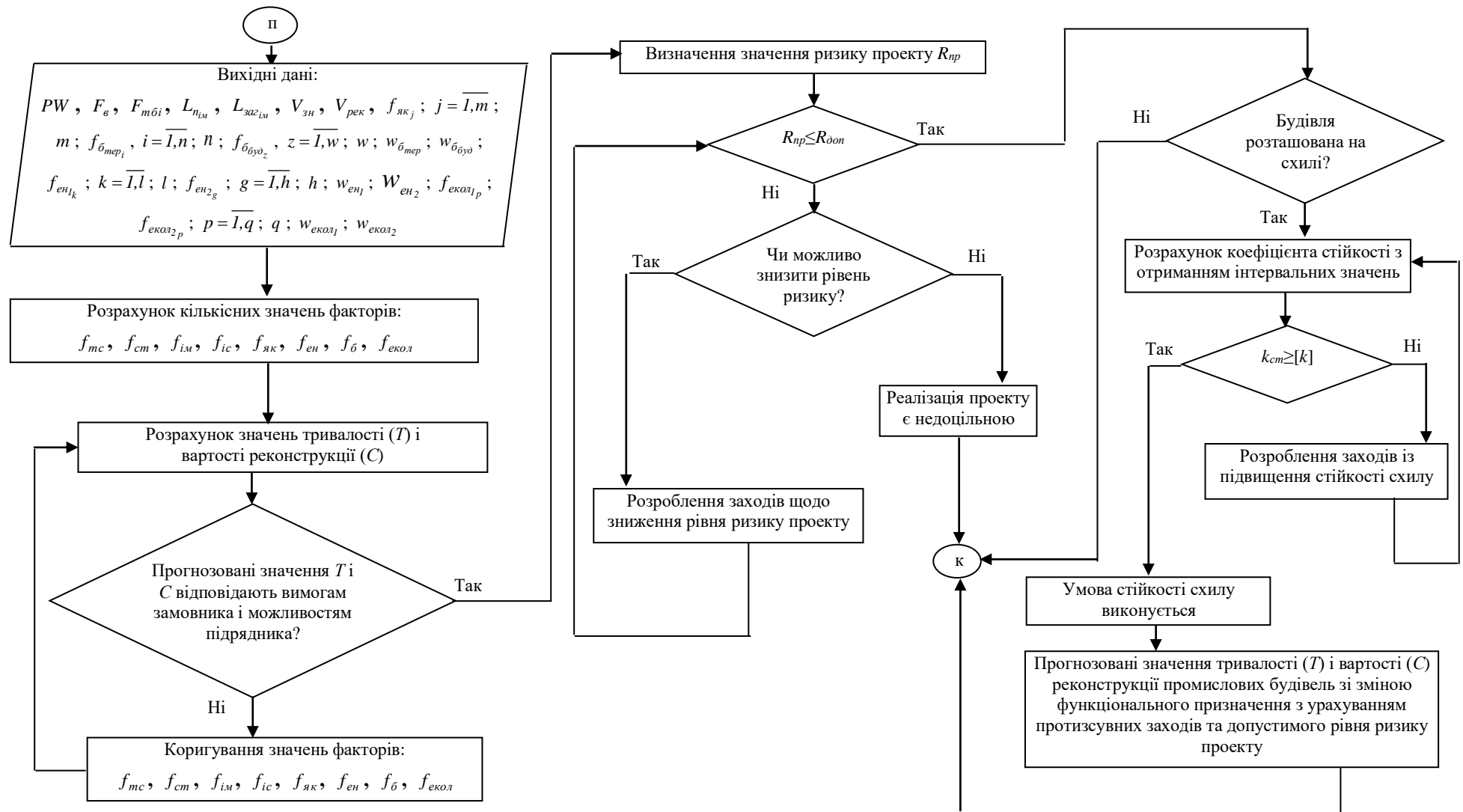


Рисунок 7.1 – Схема обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт при реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення

Коригування рішень здійснюється покроково, до тих пір, поки вимоги замовника і можливості підрядника не будуть збалансовані.

Як вихідні дані розглядаємо такі:

- $PW$  – фізичний знос будівлі, %;
- $F_g$  – вільна площа території об'єкта реконструкції;
- $F_{m\delta i}$  – площа, необхідна для розміщення тимчасової будівельної інфраструктури;
- $L_{i_m}$  – протяжність інженерних мереж, які потребують захисту або перенесення в процесі реконструкції;
- $L_{заг_i_m}$  – загальна протяжність інженерних мереж об'єкта реконструкції;
- $V_{зн}$  – будівельний об'єм інженерних споруд, які підлягають знесенню;
- $V_{рек}$  – будівельний об'єм інженерних споруд, які підлягають реконструкції;
- $f_{як_j}$  –  $j$ -та складова фактора якості будівлі;
- $m$  – кількість складових фактора якості будівлі;
- $f_{ен_1}$  – складова фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;
- $f_{ен_2}$  – складова фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;
- $w_{ен_1}$  – коефіцієнт вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;
- $w_{ен_2}$  – коефіцієнт вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;

- $f_{en_k}$  –  $k$ -тий елемент складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;
- $l$  – кількість елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;
- $f_{en_g}$  –  $g$ -тий елемент складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;
- $h$  – кількість елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;
- $f_{\delta_{тер}}$ ,  $f_{\delta_{бюд}}$  – складові відповідно безпечності території та безпечності власне будівлі;
- $w_{\delta_{тер}}$ ,  $w_{\delta_{бюд}}$  – коефіцієнти вагомості складових відповідно безпечності території та безпечності власне будівлі;
- $f_{\delta_{тер_i}}$  –  $i$ -та складова безпечності території будівлі;
- $n$  – кількість складових безпечності території будівлі;
- $f_{\delta_{бюд_z}}$  –  $z$ -та складова безпечності власне будівлі;
- $w$  – кількість складових безпечності власне будівлі;
- $f_{екол_1}$  – складова фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі;
- $f_{екол_2}$  – складова фактора екологічності внутрішнього середовища будівлі;
- $w_{екол_1}$ ,  $w_{екол_2}$  – коефіцієнти вагомості складових фактора екологічності відповідно зовнішнього і внутрішнього середовища будівлі;
- $f_{екол_1_p}$  –  $p$ -тий елемент складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі;



–  $q$  – кількість елементів складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі.

Використовуючи вищенаведені вихідні дані, за формулами (4.3)–(4.16) розраховуються значення визначальних факторів, а саме:

- значення фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ );
- значення фактора стисненості території об'єкту реконструкції ( $f_{cm}$ );
- значення фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ );
- значення фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ );
- значення фактора якості будівлі ( $f_{як}$ );
- значення фактора енергоефективності будівлі ( $f_{ен}$ );
- значення фактора безпечності будівлі ( $f_{б}$ );
- значення фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ ).

На підставі отриманих значень визначальних факторів, застосовуючи представлені у розділах 5 та 6 статистично достовірні моделі для обґрунтування тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, визначаємо прогнозовані тривалість і вартість реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення [138, 300].

Якщо прогнозовані значення тривалості і вартості реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення не відповідають вимогам замовника, то здійснюється коригування вихідних параметрів, повторний розрахунок значень визначальних факторів, а також значень тривалості реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення за моделями, наведеними в табл. 5.14 та табл. 5.36 і вартості реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення, наведеними у табл. 6.25 та табл. 6.35.

Якщо прогнозовані значення тривалості і вартості реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення відповідають вимогам замовника, то переходимо до визначення значення ризику проекту ( $R_{np}$ ), відповідно до положень, викладених у п. 7.1.3.

Якщо значення ризику, асоційоване з конкретним проектом реконструкції промислової будівлі зі зміною функціонального призначення ( $R_{np}$ ), більше за рівень допустимого ризику ( $R_{don}$ ), то необхідно з'ясувати, чи можливо знизити рівень ризику проекту. Якщо така можливість існує, то розробляються заходи щодо зниження рівня ризику проекту.

Після цього знову перевіряється умова  $R_{np} \leq R_{don}$ . Якщо ця умова не виконується, то приймається рішення про недоцільність подальшого розгляду і реалізації проекту. Якщо ж ця умова виконується, то для будівлі, що розташована на схилі, визначається значення коефіцієнта стійкості з отриманням інтервальних значень.

Після цього перевіряється дотримання умови  $K_{cm} \geq [K]$ . Якщо ця умова не дотримується, то необхідно розробити заходи з підвищення стійкості схилу.

Якщо вказана умова дотримується, то це означає, що умова стійкості схилу виконується.

Таким чином, отримуємо прогнозовані значення тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, засновані на оцінюванні умов реконструкції, з урахуванням існуючих ресурсних обмежень, забезпеченням збалансованості можливостей замовника і підрядника, дотриманням вимог щодо енергоефективності, безпечності, якості та екологічності об'єктів, прийнятного рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

Запропонований методичний підхід до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання

будівельних робіт, із урахуванням існуючих ресурсних обмежень, вимог до енергоефективності, безпечності, якості та екологічності об'єктів, прийняттого рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах, призначений, перш за все, для замовників, інвесторів, підрядників, органів державного управління і місцевого самоврядування, розробників інвестиційно-будівельних проектів, і може бути застосований зокрема при формуванні договірних відносин, проведенні підрядних торгів, проведенні земельних аукціонів тощо.

У випадку, коли користувачем запропонованого підходу є замовник або інвестор, то доцільно буде врахувати містобудівну цінність території шляхом множення прогнозованого значення вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення на відповідний коефіцієнт. Коефіцієнт, що враховує містобудівну цінність території, може бути визначений за такою формулою [157, 207]:

$$k_{\text{мшт}} = \frac{x_i^m}{x_{\text{max}}^m},$$

де  $x_i^m$  – значення коефіцієнта, який характеризує місце розташування  $i$ -тої земельної ділянки;

$x_{\text{max}}^m$  – максимальне значення коефіцієнта, що характеризує місце розташування земельної ділянки в цьому ж населеному пункті.

Для оцінювання значень коефіцієнта, що характеризує містобудівну цінність території, доцільно скористатися викладеною в [13] методикою.

Коефіцієнт, який характеризує місцезорозташування земельної ділянки, обумовлюється двома групами факторів зонального та локального характеру і обчислюється за формулою:

$$x_i^m = km2_i \cdot km3_i,$$

де  $km_2$  – зональний коефіцієнт, який характеризує містобудівну цінність території в межах населеного пункту;

$km_3$  – локальний коефіцієнт, який враховує місцерозташування земельної ділянки в межах економіко-планувальної зони.

Зональний коефіцієнт, який характеризує містобудівну цінність території в межах населеного пункту, встановлюється на основі економічної оцінки території населеного пункту з урахуванням таких факторів:

- неоднорідності функціонально-планувальних якостей території;
- доступності до центру населеного пункту, місць концентрації трудової діяльності, центрів громадського обслуговування, масового відпочинку;
- рівня інженерного забезпечення та благоустрою території;
- рівня розвитку сфери обслуговування населення;
- екологічної якості території;
- соціально-містобудівної привабливості середовища: різноманітність місць докладання праці, наявність історико-культурних та природних пам'яток, естетика архітектурної забудови тощо.

При визначенні значення локального коефіцієнту, який враховує місцерозташування земельної ділянки в межах економіко-планувальної зони, враховуються:

- територіально-планувальні особливості (зона магістралей підвищеного містоформуючого значення, зона пішохідної доступності зупинок швидкісного транспорту, зона пішохідної доступності громадських центрів, прирейкова зона);
- інженерно-геологічні особливості (земельні ділянки, що мають ухил поверхні більше 20 %, глибина залягання ґрунтових вод менше 3 м, місцезнаходження земельної ділянки в зоні затоплення паводком більше 4 % забезпеченості (шар затоплення більше 2 м), зона значної заболоченості з ґрунтовим живленням, що важко осушується, зона небезпечних геологічних

процесів (зсуви, карст, яружна ерозія – яри глибиною більше 10 м), яри глибиною більше 10 м, наливні (насипні) території);

– історико-культурні особливості (заповідна територія, зона регулювання забудови, зона історичного ландшафту, що охороняється, зона охорони поодиноких пам'яток);

– природно-ландшафтні особливості (територія природоохоронного призначення (національні, зоологічні та дендрологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, ботанічні сади, заказники, заповідні урочища, пам'ятки природи), території оздоровчого призначення (курорти та округи санітарної охорони), території рекреаційного призначення (землі туризму та відпочинку, парки));

– санітарно-гігієнічні особливості (санітарно-захисна зона, водоохоронна зона, зона обмеження забудови за ступенем забруднення атмосферного повітря, зона обмеження забудови за рівнем напруження електромагнітного поля, зона перевищення припустимого рівня шуму, ореол забруднення ґрунтів);

– забезпеченість інженерною інфраструктурою (відсутнє тверде покриття вулиці, відсутнє централізоване водопостачання, відсутня каналізація, відсутнє централізоване газопостачання) [157, 207].

### **7.1.2 Адаптація змісту моделей обґрунтування організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.**

Реконструкція деградованих і неупорядкованих промислових територій передбачає необхідність захисту від небезпечних природних процесів, зокрема виконання протизсувних заходів. У багатьох випадках промислові будівлі, які потребують реконструкції, розташовані на схилі [158]. Територія їх розташування не використовувалась протягом кількох десятиліть і відповідно не виконувались заходи з інженерного захисту територій.

Саме тому розроблювану методику оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт при існуючих ресурсних обмеженнях із урахуванням вимог до енергоефективності, якості, безпечності та екологічності об'єктів і прийняттого рівня ризику необхідно адаптувати до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

Все це приводить до необхідності достовірного визначення коефіцієнта стійкості будівель, розташованих на вершинах схилів, із метою можливого, у разі необхідності, подальшого застосування протизсувних заходів.

При цьому актуального значення набуває завдання визначення саме інтервальних значень коефіцієнта стійкості будівлі, розташованої на вершині схилу.

Історія розвитку розрахунку стійкості схилів почалася більше 250 років тому. В даний час існує більше 200 підходів до розрахунку стійкості схилів.

Однак незважаючи на двохсотлітню історію розроблення методів оцінювання стійкості схилів та укосів, до сьогоденного дня вирішення цієї проблеми в багатьох випадках залишається незадовільним.

Оцінювання стійкості виконується за допомогою фізичного та математичного моделювання, аналізу геодезичних режимних спостережень, тих чи інших аналогій між самими зсувними процесами тощо.

Для оцінювання стійкості застосовується велика кількість математичних методів, які можна розділити на такі групи: аналітичні; чисельні; ймовірнісні; методи аналогій.

На сьогоднішній день розроблена значна кількість програм (GEO5; GeoStab, Slide, Plaxis, Phase2, Concord) [129, 205, 215, 296, 304], що дають можливість оцінити стійкість схилів різними методами.

Слід відзначити, що, як правило, розроблені програмні комплекси виконують розрахунки стійкості укосів одним методом, що буває не завжди зручно.

Однак незважаючи на значний досвід у дослідженнях стійкості схилів та на значну кількість розроблених методів і методик, оцінка стійкості схилів, як і раніше, залишається складним завданням.

У сучасних нормативних джерелах немає чітких рекомендацій, якими методами необхідно оцінювати стійкість схилу, на якому розташована споруда або буде здійснюватись нове будівництво.

Крім того, різні методи розрахунків стійкості дають точкові значення коефіцієнтів стійкості схилів, що можуть відрізнятися один від одного, тому більш доречним було б визначати інтервальне значення коефіцієнту стійкості з заданою ймовірністю.

Інтервальна оцінка – оцінка, що визначається двома числами, границями інтервалу. В цьому інтервалі з заданою ймовірністю (надійністю) знаходиться коефіцієнт стійкості. Інтервал, що містить параметр, який оцінюється (тобто коефіцієнт стійкості), називається довірчим інтервалом [93].

Зважаючи на вищевказане, завданням було розробити:

- програмний комплекс, за допомогою якого можливо буде виконувати розрахунки стійкості схилів найбільш поширеними класичними методами для різних умов;
- алгоритм розрахунку інтервального коефіцієнта стійкості схилів та будівель, розташованих на них.

На початковому етапі завданням було розробити програмний комплекс, за допомогою якого можливо виконувати розрахунки найбільш поширеними класичними методами: стійкості схилів, стійкості укосів без та з армуванням, стійкості будівель, розташованих на вершині схилів, визначати тиск одного блоку ґрунтового масиву на інший, тиск ґрунту на утримуючі споруди, визначати стійкість ухилів при наявності фільтраційного потоку, при наявності хвильового тиску.

Програмний комплекс «OTCOS 3» (додаток Г) базується на таких класичних методах розрахунку стійкості схилів: Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Маслова-Берера, Г. М. Шахунянца, А. Г. Дорфмана [112, 129, 144, 173, 236].

Для розрахунків схил розбивався на такі елементи (рис. 7.2):

- $1 \dots n$  – блоки, на які розбивався схил;
- $\alpha_i$  – кут нахилу поверхні ковзання кожного блоку до горизонту;
- $b_i$  – ширина кожного блоку;
- $\hat{y}_{i-1} \dots \hat{y}_i$  – ординати поверхні схилу;
- $y_{i-1} \dots y_i$  – ординати поверхні ковзання.

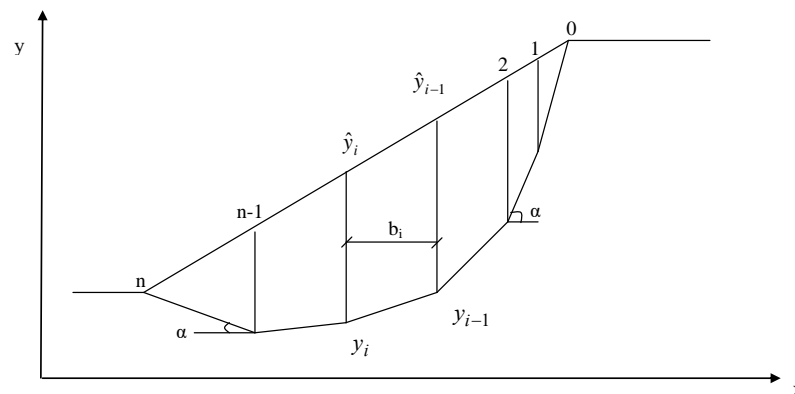


Рисунок 7.2 – Схема розрахунку стійкості схилу

Формули розрахунку за класичними методами наведені в табл. 7.1.

В програмному комплексі «OTCOS 3» кожна формула може бути розрахована за п'ятьма методами (рис. 7.2):

метод 1. Стандартний (без армування укосів), який дозволяє: визначати коефіцієнт стійкості укосу за формулами: Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Маслова-Берера («класичний» і «гідростатичний»), Г. М. Шахунянца, А.Г. Дорфмана; визначати тиск відсіку на відсік;

метод 2. Врахування армування ґрунту за методикою Л. М. Тимофєєвої (ефективне армування). При цій методиці втрата стійкості армованого укосу відбувається за одним із трьох варіантів:



Таблиця 7.1 – Методи та формули для розрахунку коефіцієнта стійкості

Методи розрахунку коефіцієнта стійкості схилу	Розрахункові формули	Пояснення до формул
1	2	3
Метод Ю. І. Соловйова [247]	$k = \frac{\sum s_i}{\sum t_i} \quad (7.1)$ $h_i = \bar{y}_i - y_i \quad (7.2)$ $\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{y_{i-1} - y_i}{b_i} \quad (7.3)$ $s_i = P_i \operatorname{tg} \varphi_i + c_i b_i g_i \quad (7.4)$ $P_i = (h_i + h_{i-1}) \gamma_i \cdot \frac{b_i}{2} \quad (7.5)$ $t_i = P_i \operatorname{tg} \alpha_i \quad (7.6)$	$k$ – коефіцієнт стійкості укосу; $n$ – загальна кількість усіх блоків, на які розбивається укіс; $\alpha_i$ – кут нахилу підшви відсіку до горизонту; $G_i$ – вага відсіку, кН; $\bar{y}_i$ – контур укосу, м; $y_i$ – відстань від поверхні ковзання до денної поверхні, м;
Метод К. Терцагі [253]	$k = \frac{\sum a_i''}{\sum a_i'} \quad (7.7)$ $a_i' = \frac{t_i}{r_i} \quad (7.8)$ $a_i'' = \frac{s_i}{r_i} \quad (7.9)$	$b_i$ – ширина відсіку, м;

Завершення таблиці 7.1

1	2	3
Метод Маслова-Берера («класичний» метод) [173]	$k_K = \frac{\sum T_{ik}}{\sum t_i} \quad (7.10)$ $T_{ik} = \frac{P_i g_i}{\operatorname{tg} \alpha_i + P_i / s_i} \quad (7.11)$	$Q$ – величина рівномірно розподіленого навантаження, кН; $\gamma_i$ – питома вага ґрунту, кН/м <sup>3</sup> ; $\bar{\gamma}_{I,i}$ – середньозважене значення питомої ваги ґрунту, кН/м <sup>3</sup> ; $c_i$ – зчеплення, кПа; $\operatorname{tg} \varphi_i$ – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту; $\operatorname{tg} \alpha_i$ – тангенс кута нахилу $i$ -го блока до горизонту.
Метод Маслова-Берера («гідростатичний» метод) [173]	$k_G = \frac{\sum T_{iz}}{\sum t_i} \quad (7.12)$ $T_{iz} = \frac{P_i g_i}{\operatorname{tg} \alpha_i + P_i / (s_i - c_i \cdot b_i \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_i)} \quad (7.13)$	$\operatorname{tg} \varphi_i$ – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту; $\operatorname{tg} \alpha_i$ – тангенс кута нахилу $i$ -го блока до горизонту.
Метод Г. М. Шахунянца [278]	$k = \frac{\sum_1^n \frac{s_i}{q_i} + \sum_{m+1}^n \frac{t_i}{q_i}}{\sum_1^m \frac{t_i}{q_i}} \quad (7.14)$	$\operatorname{tg} \alpha_i$ – тангенс кута нахилу $i$ -го блока до горизонту.
Метод А. Г. Дорфмана [93]	$k = \frac{A''}{A'} \quad (7.15)$ $A' = (((...(a'_1)A_2 + a'_2)A_3 + a'_3...)A_n + a'_n) \quad (7.16)$ $A'' = (((...(a''_1)A_2 + a''_2)A_3 + a''_3...)A_n + a''_n) \quad (7.17)$	

метод 2.1 – розрив армуючого прошарку та втрата міцності контакту між арматурою і ґрунтом;

метод 2.2 – розрив армуючого прошарку;

метод 2.3 – втрата міцності контакту між арматурою і ґрунтом;

метод 3. Розрахунок стійкості армованого укосу;

метод 4. Врахування фільтраційного потоку при розрахунках стійкості схилу;

метод 5. Врахування наявності хвильової дії при розрахунках стійкості схилу (рис. 7.3).

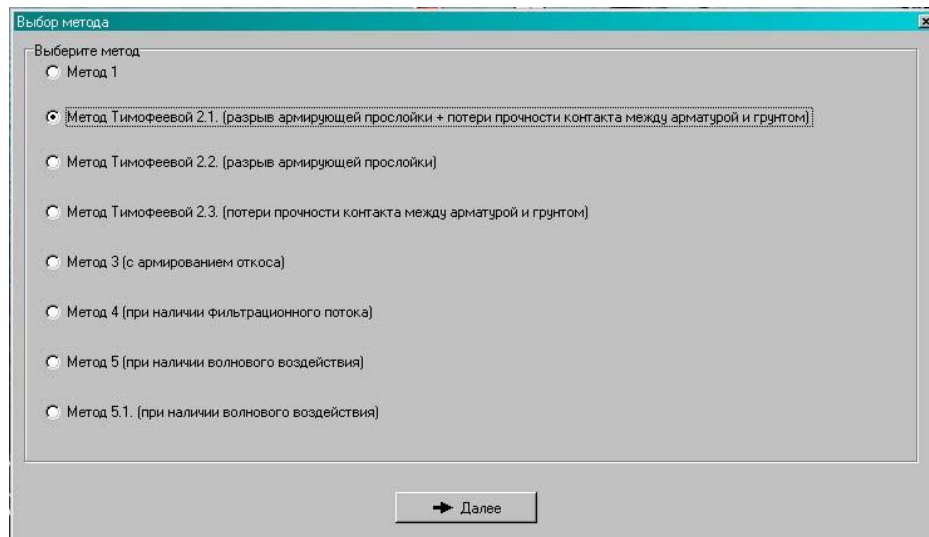


Рисунок 7.3 – Вікно «Вибір методу розрахунку»

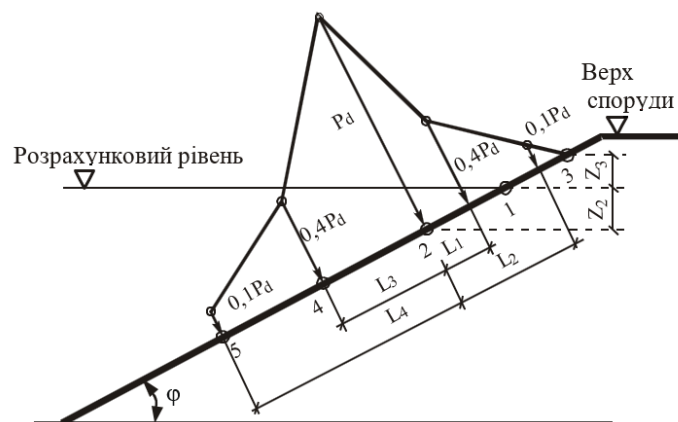


Рисунок 7.4 – Епюра максимального розрахункового хвильового впливу на укіс

Для підготовки початкових даних програми за методами 1–5 необхідно:

- викреслити ґрунтову споруду в масштабі, розбити її на довільні вертикальні блоки (бажано по межі розподіленого навантаження і рівня ґрунтових вод) і пронумерувати їх;
- визначити координати для кожного блоку по вертикалі контуру укосу і площини ковзання;
- визначити координати по горизонталі початку і довжину рівномірно розподіленого навантаження;
- визначити об'ємну вагу кожного блоку;
- визначити питоме зчеплення і кут внутрішнього тертя ґрунту.

Для інших методів потрібні додаткові початкові дані.

Методи 2.1–2.3 при розрахунку армування за методом Л. М. Тимофєєвої необхідно визначити:

- товщину армуючого прошарку;
- міцність прошарку при розтягуванні;
- кут зсуву для кожного блоку (кут внутрішнього тертя ґрунту);
- модуль деформації  $E_m$  і  $E_f$ ;
- довжину арматури в утримуючому шарі.

Для методу 3 для визначення коефіцієнта стійкості укосу при армуванні необхідно вказати:

- кількість армованих прошарків (шарів арматури в ґрунтовій споруді);
- відстань від поверхні насипу до армуючого прошарку;
- кут внутрішнього тертя ґрунту по арматурі;
- довжину арматури в утримуючому шарі.

Для визначення коефіцієнта стійкості укосу за наявності фільтраційного потоку необхідно вказати (метод 4):

- питому вагу часток ґрунту;
- питому вагу води;
- вологість;

– зчеплення ґрунту, насиченого водою.

Для визначення коефіцієнта стійкості укусу за наявності хвильової дії (метод 5):

- кут нахилу укусу до горизонту;
- висоту хвилі;
- довжину хвилі;
- питому вагу води;
- прискорення вільного падіння;
- максимально відносний хвильовий тиск на укіс;
- безрозмірний коефіцієнт  $k_f$ .

Розрахунки за методами 2–5 виконуються за такими формулами.

Метод 2.1 – розрив армуючого прошарку та втрати міцності контакту між арматурою і ґрунтом.

$$\varphi_{ci} = \varphi_{mi} + \varphi_{oi} \quad (7.18)$$

$$\varphi_{oi} = 90^\circ - 2 \arctg \sqrt{\left[ \operatorname{tg} \psi_i \cdot \frac{L_i [V_{fi} + E_{mi} \cdot E_{fi}^{-1} \cdot (1 - V_{fi})]}{2\delta_f} \right]} \quad (7.19)$$

$$c_c = \sigma_{xfui} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{mi} \quad (7.20)$$

$$\sigma_{xfui} = \sigma_{fu} \cdot V_{fi} [1 + E_{mi} E_{fi}^{-1} (V_{fi}^{-1} - 1)] \quad (7.21)$$

$$V_{fi} = 2\delta_f / [(\hat{y}_i - y_i) + (\hat{y}_{i-1} - y_{i-1})] \quad (7.22)$$

$\varphi_{ci}$  – кут внутрішнього тертя з урахуванням армування;

$\varphi_{mi}$  – кут внутрішнього тертя;

$\varphi_{oi}$  – ефективний кут внутрішнього тертя ґрунту, еквівалентний дії  $\tau_{np}$

по контакту арматури з ґрунтом, градуси;

$c_c$  – питоме зчеплення з урахуванням армування, кПа;

$\sigma_{fu}$  – міцність прошарку при розтягуванні, кПа;

$E_{mi}$  – модуль пружності ґрунту, кПа;

$E_{fi}$  – модуль пружності армування, кПа;

$\delta_f$  – товщина армування, м;

$tg \psi_i$  – коефіцієнт тертя ґрунту по армуючому прошарку;

$V_{fi}$  – об'ємна концентрація арматури;

$L_i$  – довжина арматури в утримуючому шарі, м.

Метод 2.2 – розрив армуючого прошарку.

$$\varphi_{ci} = \varphi_{mi} \cdot \quad (7.23)$$

При цьому питоме зчеплення з урахуванням армування визначається за формулою (7.20).

Метод 2.3 – втрати міцності контакту між арматурою і ґрунтом.

Кут внутрішнього тертя з урахуванням армування визначається за формулою (7.18).

$$c_c = c_m \cdot \quad (7.24)$$

Метод 3 – з армуванням укусу.

$$S_i = (P_i + N_i tg \alpha_i) tg \varphi_i + c_i b_i g_i + N_i, \quad (7.25)$$

$$N_i = 2 \gamma_{zpi} \cdot h_{zpi} \cdot tg \psi_i \cdot L_i, \quad (7.26)$$

де  $N_i$  – утримуюче зусилля в арматурі, кН;

$h_{zpi}$  – відстань від верху насипу до кожного армуючого прошарку, м;

$n$  – кількість утримуючих прошарків арматури.

Метод 4. Врахування фільтраційного потоку при розрахунках стійкості схилу.

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \mathcal{G} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i, \quad (7.27)$$

$$\gamma_n = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}, \quad (7.28)$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w_i}, \quad (7.29)$$

$$\mathcal{G} = 1 - \frac{\gamma_w}{\gamma_n}, \quad (7.30)$$

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1, \quad (7.31)$$

$$c = c_w, \quad (7.32)$$

де  $\gamma_s$  – питома вага частинок ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma_w$  – питома вага води, кН/м<sup>3</sup>;

$e$  – коефіцієнт пористості;

$\gamma_d$  – питома вага сухого ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – питома вага ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma_n$  – питома вага ґрунту в водонасиченому стані, кН/м<sup>3</sup>;

$c_w$  – зчеплення ґрунту насиченого водою, кПа.

Метод 5. Врахування наявності хвильової дії при розрахунках стійкості схилу (рис. 7.3).

$$P_d = k_s \cdot k_f \cdot P_{rel} \cdot \gamma_w \cdot g \cdot h, \quad (7.33)$$

$$k_s = 0,85 + 4,8 \cdot \frac{h}{\lambda} + \operatorname{ctg} \varphi \left( 0,028 - 1,15 \cdot \frac{h}{\lambda} \right), \quad (7.34)$$

$$z_2 = A + \frac{1}{\operatorname{ctg}^2 \varphi} \left( 1 - \sqrt{2 \operatorname{ctg}^2 \varphi + 1} \right) \cdot (A + B), \quad (7.35)$$

де  $A$  і  $B$  – величини, м, що визначаються за формулами:

$$A = h \cdot \left( 0,47 + 0,023 \cdot \frac{\bar{\lambda}}{h} \right) \cdot \frac{1 + \operatorname{ctg}^2 \varphi}{\operatorname{ctg}^2 \varphi}, \quad (7.36)$$

$$B = h \cdot \left[ 0,95 - (0,84 \cdot \operatorname{ctg} \varphi - 0,25) \cdot \frac{h}{\bar{\lambda}} \right], \quad (7.37)$$

$$l_1 = 0,0265 \cdot L_\varphi, \quad (7.38)$$

$$P = 0,4P_d, \quad (7.39)$$

$$l_2 = 0,0675 \cdot L_\varphi, \quad (7.40)$$

$$P = 0,1P_d, \quad (7.41)$$

$$L_\varphi = \frac{\bar{\lambda} \cdot \operatorname{ctg} \varphi}{\sqrt[4]{\operatorname{ctg} \varphi - 1}}, \quad (7.42)$$

де  $P_d$  – максимальний розрахунковий хвилевий тиск, кПа;

$\operatorname{ctg} \varphi$  – кут нахилу укосу до горизонту, град;

$h$  – висота хвилі, м;

$\lambda$  – довжина хвилі, м;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$\gamma_w$  – питома вага води, кН/м<sup>3</sup>;

$z_2$  – ордината прикладання максимального хвильового тиску;

$\frac{h}{\bar{\lambda}}$  – положистість хвилі.

Курсором вибираємо один із методів і натискаємо кнопку «Далі», після цього з'явиться вікно з назвою вибраного методу.

Потім необхідно ввести усі необхідні початкові дані і натиснути кнопку «Вичислити».



У результаті для методу 1 отримаємо в розділі «Результат» коефіцієнти стійкості без армування ґрунту, розраховані за формулами: Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Маслова-Берера («класичний» і «гідростатичний»), Г. М. Шахунянца, А. Г. Дорфмана. Також за методом 1 можна розрахувати величину тиску відсіку на відсік (рис. 7.5).

The screenshot displays a software window titled "Ввод начальных данных" (Input of initial data) and a "Результат" (Result) section. The input data is as follows:

	0	1	2	3
Y	9	8.8	6.3	0
y	9	1.5	-1	0
b		6	6	7
G		1.8	1.8	1.8
c		0.6	0.6	0.6
F		11.31	11.31	11.31

The "Результат" section shows the following values:

- Формула Соловьева: 0.66952
- Формула Терцаги: 0.77822
- Формула Маслова-Берера (классический): 0.84712
- Формула Маслова-Берера (гидростатический): 0.74723
- Формула Шахунянца: 0.75686
- Формула Дорфмана: 0.87156

Below this, a "Расчет давления" (Pressure calculation) window shows a table of results for three blocks (1, 2, 3):

	1	2	3
Формула Соловьева	32.16595	45.02286	24.96908
Формула Терцаги	20.09391	31.96182	12.10960
Формула Маслова_Берера (классический)	20.85280	32.48103	11.55061
Формула Маслова_Берера (гидростатический)	27.70279	39.93283	19.09766
Формула Шахунянца	25.73273	37.60064	44.71775
Формула Дорфмана	20.09391	29.48978	5.49150
Угол наклон давления E к горизонту (град.)	40.03019	11.30987	-19.44010

Рисунок 7.5 – Отримані результати за методом 1

По методам 2.1-2.3 отримаємо в розділі «Результат» коефіцієнти стійкості армованого укосу ґрунту при різних варіантах його руйнування.

Для методу 4 отримаємо коефіцієнт внутрішнього тертя і зчеплення ґрунту за наявності ґрунтових вод (рис. 7.6). Потім, підставивши отримані результати в метод 1, можна розрахувати коефіцієнти стійкості за наявності фільтраційного потоку.

Рисунок 7.6 – Коефіцієнт внутрішнього тертя і зчеплення ґрунту за наявності ґрунтових вод

Для методу 5 отримаємо епюру (її розміри і величину) максимального розрахункового хвильового тиску на укiс (рис. 7.7). Потiм по методу 1 розраховуємо коефіцієнти стійкості за наявності хвильової дії (тобто з урахуванням отриманої методом 5 епюр максимального розрахункового хвильового тиску).

Рисунок 7.7 – Епюра (розміри і величина) максимального розрахункового хвильового тиску на укiс

Розрахунок інтервальних значень коефіцієнта стійкості визначається на підставі:

- коефіцієнтів стійкості схилів, отриманих класичними методами Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Маслова-Берера, Г. М. Шахунянца, А. Г. Дорфмана;

- інтерполяційної математичної моделі регресії (для розрахунку коефіцієнта стійкості будівлі, розташованої на вершині схилу), розробленої методом планування експерименту;

- статистичного оброблення отриманих результатів і знаходження інтервальних значень коефіцієнту стійкості укосу.

Алгоритм розрахунку інтервальних значень коефіцієнта стійкості такий.

На першому етапі виконуємо збирання вихідних даних. В залежності від поставленої задачі кількість вихідних даних може бути різна. У випадку, коли розглядається стійкість будівлі, розташованої на неармованому схилі, без хвильового впливу та фільтраційного тиску, розглядаються такі вихідні дані:

- висота схилу, на якому розташована будівля,  $H$  (м);
- навантаження на фундамент,  $N$  (кН);
- питома вага ґрунту,  $\gamma_{cp}$  (кН/м<sup>3</sup>);
- відстань від будівлі до брівки схилу,  $L$  (м);
- питома зчеплення суглинку,  $c$  (кПа);
- кут внутрішнього тертя ґрунту,  $\varphi$  (град.);
- ухил схилу,  $\alpha$  (град.);
- ширина подошви фундаменту,  $b$  (м);
- глибина закладання фундаменту,  $d$  (м).

Для кожного значення вихідних даних потрібно визначити основний, верхній та нижній рівні і інтервал варіювання.

На другому етапі необхідно методом планування експерименту побудувати план-матрицю для подальших розрахунків. Будувати план-матрицю повного факторного експерименту немає жодного сенсу, тому що потрібно виконувати велику кількість варіантів розрахунків, наприклад, для наших вихідних даних  $2^k=2^9=512$  варіантів розрахунку коефіцієнта стійкості схилу (де 2 – кількість рівнів варіювання, загальна кількість факторів або вихідних даних).

Тому для скорочення кількості розрахунків потрібно перейти від повного факторного експерименту до дробового  $2^{k-n}$  (де n – лінійні ефекти, прирівняні до ефектів взаємодії).

Кількість лінійних ефектів, прирівняних до ефектів взаємодії, та система змішування визначається в кожному конкретному випадку. Таким чином, результат другого етапу: побудова плана-матриці, визначення варіантів розрахунку коефіцієнтів стійкості і рівнів значень вихідних даних.

На третьому етапі для кожного з варіантів виконується розрахунок коефіцієнтів стійкості за допомогою програми OTCOS 3 (додаток Г).

Таким чином, отримуємо коефіцієнти стійкості методами: Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Маслова-Берера, Г. М. Шахунянца, А. Г. Дорфмана.

Четвертий етап: оброблення отриманих коефіцієнтів стійкості та побудова математичної інтерполяційної моделі – рівняння регресії. Оброблення коефіцієнтів стійкості виконується в MS Excel за допомогою інструменту «Регресія». В результаті отримуємо коефіцієнти при факторах рівняння регресії, критерій оцінки якості моделі, виведення залишку – розраховане за отриманим рівнянням регресії значень коефіцієнтів стійкості.

Якість математичної моделі оцінюється за декількома критеріями.

1) значенням залишкової дисперсії ( $\sigma_0^2$ ), яка визначається за формулою:

$$\sigma_0^2 = \sum_{i=1}^n \frac{e_i^2}{(n-m)}, \quad (7.43)$$

де  $n$  – об'єм вибірки;

$m$  – кількість точок кореляційного поля;

$e_i$  – відхилення значень результативної ознаки (коефіцієнта стійкості,  $k_{cm}$ ) від значень, розрахованих за математичною інтерполяційною моделлю:

$$e_i^2 = y_i - \bar{Y}_{xi}, \quad (7.44)$$

де  $y_i$  – значення результативної ознаки, розраховане в залежності від спільного впливу факторів та неконтрольованих і неврахованих факторних ознак, а також похибок розрахунків;

$\bar{Y}_{xi}$  – значення результативної ознаки, розраховане за рівнянням регресії.

Залишкова дисперсія ( $\sigma_0^2$ ) показує розсіювання значень результативної ознаки під впливом неконтрольованих і неврахованих факторних ознак. Чим менше значення залишкової дисперсії, тим краще отримане рівняння регресії описує стійкість споруди, розташованої на схилі, оскільки зміна в цьому випадку коефіцієнта стійкості в основному описується факторами, що входять до рівняння регресії.

Наступний показник оцінки якості отриманої моделі – це коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ), який показує частину повного розсіювання значень результативної ознаки під впливом факторних ознак, що входять до моделі:

$$R^2 = \frac{\sigma_{\bar{Y}_x}^2}{\sigma_y^2}, \quad (7.45)$$

де  $\sigma_{\bar{y}_x}^2$  – дисперсія, яка викликана моделлю регресії;

$\sigma_y^2$  – загальна дисперсія.

Чим більше значення коефіцієнта детермінації, тим краще вибрана модель регресії відповідає цілям розрахунку.

Важливим показником оцінки якості отриманого рівняння регресії є F-критерій Фішера, розрахункове значення якого визначається за формулою:

$$F_{роз} = \frac{R^2(n-k-1)}{(1-R^2)k}. \quad (7.46)$$

Якщо розрахункове значення F-критерію Фішера менше критичного ( $F_{роз} < F$ ), з ймовірністю  $1-\alpha$  гіпотеза про невідповідність закладених у рівняння зв'язків реально існуючим відкидається і рівняння в цілому є значимим [97, 148].

Підбір інтерполяційної моделі починають з математичного лінійного рівняння регресії, яке має такий вид:

$$k_{cm} = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \cdot X_i. \quad (7.47)$$

У випадку, коли за показниками отримане рівняння регресії не задовольняє, будуються математичні моделі більш високого ступеня (нелінійні рівняння регресії). Після побудови моделі регресії виконується розрахунок інтервальних значень коефіцієнта стійкості споруди, розташованої на вершині схилу:

$$k_{cm} - \sigma_0 t \leq k_{cm} \leq k_{cm} + \sigma_0 t, \quad (7.48)$$

де  $\sigma_0$  – залишкова дисперсія;

$t$  – критичне значення  $t$ -статистики Стьюдента.

Розглянемо послідовність виконання розрахунків на конкретному прикладі. Виконаємо розрахунок інтервальних значень коефіцієнта стійкості схилу з розташованою на його вершині будівлею.

Вихідні дані для розрахунків:

- 1) висота схилу, на вершині якого розташована будівля  $H=10$  м;
- 2) навантаження на фундамент  $N=2500$  кН;
- 3) ґрунт суглинок, питома вага ґрунту  $\gamma_{\text{ср}}=17$  кН/м<sup>3</sup>;
- 4) відстань від будівлі до брівки схилу  $L=9$  м;
- 5) питоме зчеплення суглинку  $c=28$  кПа;
- 6) кут внутрішнього тертя  $\varphi=23^\circ$ ;
- 7) ухил схилу  $\alpha_{\text{ср}}=40^\circ$ ;
- 8) ширина підошви фундаменту  $b=3$  м;
- 9) глибина закладання фундаменту  $d=3,5$  м.

Побудуємо математичну інтерполяційну модель регресії і виконаємо розрахунок інтервального діапазону коефіцієнту стійкості будівлі.

На першому етапі розробимо інтерполяційну модель регресії розрахунку коефіцієнту стійкості споруди, розташованої на вершині схилу.

Для побудови моделі використаємо 9 факторів:

- 1) фактор  $X_1$  – висота схилу, на якому розташована будівля,  $H$ ;
- 2) фактор  $X_2$  – навантаження на фундамент,  $N$ ;
- 3) фактор  $X_3$  – питома вага ґрунту,  $\gamma$ ;
- 4) фактор  $X_4$  – відстань від будівлі до брівки схилу,  $L$ ;
- 5) фактор  $X_5$  – питоме зчеплення суглинку,  $c$ ;
- 6) фактор  $X_6$  – кут внутрішнього тертя ґрунту,  $\varphi$ ;
- 7) фактор  $X_7$  – ухил схилу,  $\alpha$ ;
- 8) фактор  $X_8$  – ширина підошви фундаменту,  $b$ ;
- 9) фактор  $X_9$  – глибина закладання фундаменту,  $d$ .

Кожен із наведених факторів має основний, верхній та нижній рівні та інтервали варіювання (табл. 7.2).

Таблиця 7.2 – Рівні та інтервали варіювання факторів

Фактори	Рівні			
	Основний	Інтервал варіювання	Нижній	Верхній
$X_1$	10 м	0,5 м	9,5 м	10,5 м
$X_2$	2500 кН	100 кН	2400 кН	2600 кН
$X_3$	17 кН/м <sup>3</sup>	0,7 кН/м <sup>3</sup>	16,3 кН/м <sup>3</sup>	17,7 кН/м <sup>3</sup>
$X_4$	9 м	0,4 м	8,6 м	9,4 м
$X_5$	28 кПа	1,5 кПа	26,5 кПа	29,5 кПа
$X_6$	23°	1°	22°	24°
$X_7$	40°	2°	38°	42°
$X_8$	3 м	0,1 м	2,9 м	3,1 м
$X_9$	3,5 м	0,1 м	3,4 м	3,6 м

Для розроблення багатофакторної моделі немає сенсу застосовувати повний факторний експеримент  $2^9$  в зв'язку з тим, що при повному факторному експерименті повинно бути  $2^9=512$  варіантів розрахунків. Тому було прийнято рішення реалізувати дробовий факторний експеримент і побудувати дробову репліку типу  $2^{9-5}$ . Для плана-матриці  $2^{9-5}$  застосовується 1/32-репліка від  $2^9$ , кількість варіантів розрахунків для якої складає 16.

Для кожного варіанту розрахунки велись із застосуванням методів визначення коефіцієнтів стійкості К. Терцагі, Ю. І. Соловйова, Маслова-Берера, А. Г. Дорфмана, Г. М. Шахунянца.

При складанні дробової плана-матриці задавались такими генеруючими співвідношеннями:

$$\begin{aligned}
 X_5 &= X_2 X_3 X_4 & X_7 &= X_3 X_4 \\
 X_6 &= X_1 X_2 X_4; & X_8 &= X_1 X_3 X_4; \\
 X_9 &= X_1 X_2 X_3 X_4; & &
 \end{aligned}
 \tag{7.49}$$



Таким чином, один лінійний ефект змішувався з двохфакторною взаємодією, три лінійних ефекти з трьохфакторною та один з чотирьохфакторною взаємодією.

Визначальними контрастами є:

$$\begin{aligned}
 I &= X_2 X_3 X_4 X_5 & I &= X_3 X_4 X_7; \\
 I &= X_1 X_2 X_4 X_6; & I &= X_1 X_3 X_4 X_8; \\
 I &= X_1 X_2 X_3 X_4 X_9;
 \end{aligned}
 \tag{7.50}$$

Таким чином, математичне лінійне інтерполяційне рівняння регресії має наступний вигляд:

$$k_{cm} = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_4 + a_5 X_5 + a_6 X_6 + a_7 X_7 + a_8 X_8 + a_9 X_9, \tag{7.51}$$

де  $k_{cm}$  – параметр оптимізації – коефіцієнт стійкості споруди;

$a_0 \dots a_9$  – коефіцієнти рівняння регресії;

$X_0 \dots X_9$  – фактори.

На основі генеруючих співвідношень та визначальних контрастів була побудована план-матриця  $2^{9-5}$  (табл. 7.3).

В даній плані матриці знак «−» відповідає мінімальному значенню кожного фактору, а знак «+» – максимальному значенню.

Як бачимо з табл. 7.3, розроблена матриця відповідає таким чотирьом властивостям [28].

Перша властивість – симетричність відносно центру чисельних досліджень – алгебраїчна сума елементів вектор-стовбця кожного фактору дорівнює нулю:

Таблиця 7.3 – План-матриця  $2^{9-5}$ 

Номер варіанту розрахунку	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$
	$H$	$N$	$\gamma$	$L$	$c$	$\varphi$	$\alpha$	$b$	$d$
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	+	+	+	-	+	-	-
3	+	-	+	+	-	-	+	+	-
4	-	-	+	+	-	+	+	-	+
5	+	+	-	+	-	+	-	-	-
6	-	+	-	+	-	-	-	+	+
7	+	-	-	+	+	-	-	-	+
8	-	-	-	+	+	+	-	+	-
9	+	+	+	-	-	-	-	-	-
10	-	+	+	-	-	+	-	+	+
11	+	-	+	-	+	+	-	-	+
12	-	-	+	-	+	-	-	+	-
13	+	+	-	-	+	-	+	+	+
14	-	+	-	-	+	+	+	-	-
15	+	-	-	-	-	+	+	+	-
16	-	-	-	-	-	-	+	-	+

$$\sum_{i=1}^N X_{ji} = 0 \quad (7.52)$$

де  $j$  – номер фактора (вектор-стовбця),  $j=1, 2, \dots, 9$ ;

$N$  – кількість варіантів розрахунку,  $N=1, 2, \dots, 16$ .

Друга властивість – умова нормування – сума квадратів кожного елемента кожного стовбця дорівнює кількості варіантів розрахунків:

$$\sum_{i=1}^N X_{ji}^2 = N. \quad (7.53)$$

Третя властивість – ортогональність матриці планування – сума почленних добутоків будь-яких двох вектор-стовбців матриці дорівнює нулю:

$$\sum_{i=1}^N X_{ji} X_{ui} = 0. \quad (7.54)$$

$j, u$  – вектор-стовбці матриці.

Четверта властивість – ротатабельність – точки в матриці підбираються таким чином, щоб точність прогнозування значень параметра оптимізації однакова на однакових відстанях від центру досліджень і не залежить від напрямку досліджень.

Умови розрахунків за кожним варіантом у натуральних змінних наведено в табл. 7.4.

Таблиця 7.4 – Умови виконання розрахунків

№ варіанту	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$
	$H, \text{ м}$	$N, \text{ кН}$	$\gamma, \text{ кН/м}^3$	$L, \text{ м}$	$c, \text{ кПа}$	$\varphi, \text{ град}$	$\alpha, \text{ град}$	$b, \text{ м}$	$d, \text{ м}$
1	10,5	2600	17,7	9,4	29,5	24	42	3,1	3,6
2	9,5	2600	17,7	9,4	29,5	22	42	2,9	3,4
3	10,5	2400	17,7	9,4	26,5	22	42	3,1	3,4
4	9,5	2400	17,7	9,4	26,5	24	42	2,9	3,6
5	10,5	2600	16,3	9,4	26,5	24	38	2,9	3,4
6	9,5	2600	16,3	9,4	26,5	22	38	3,1	3,6
7	10,5	2400	16,3	9,4	29,5	22	38	2,9	3,6
8	9,5	2400	16,3	9,4	29,5	24	38	3,1	3,4
9	10,5	2600	17,7	8,6	26,5	22	38	2,9	3,4
10	9,5	2600	17,7	8,6	26,5	24	38	3,1	3,6
11	10,5	2400	17,7	8,6	29,5	24	38	2,9	3,6
12	9,5	2400	17,7	8,6	29,5	22	38	3,1	3,4
13	10,5	2600	16,3	8,6	29,5	22	42	3,1	3,6
14	9,5	2600	16,3	8,6	29,5	24	42	2,9	3,4
15	10,5	2400	16,3	8,6	26,5	24	42	3,1	3,4
16	9,5	2400	16,3	8,6	26,5	22	42	2,9	3,6

В результаті за розробленою матрицею в програмі OTCOS 3 були виконані розрахунки коефіцієнта стійкості за методами К. Терцагі, Ю. І. Соловійова, А. Г. Дорфмана, Г. М. Шахунянца та отримані середні значення (табл. 7.5).

Таблиця 7.5 – Матриця планування чисельного експерименту

Варіанти розрахунку	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$\bar{k}_{cm}$
		$H$	$N$	$\gamma$	$L$	$c$	$\varphi$	$\alpha$	$b$	$d$	
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1,88
2	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	1,67
3	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	1,52
4	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	1,73
5	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	1,68
6	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	1,68
7	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	1,69
8	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	1,82
9	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	1,52
10	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	1,72
11	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	1,73
12	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	1,66
13	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	1,55
14	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	1,73
15	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	1,54
16	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	1,62

Отримання параметрів моделі регресії виконувалося за допомогою інструменту «Регресія» програмного продукту MS Excel.

Вихідна інформація та аналіз якості моделі представлено в табл. 7.6.

Таблиця 7.6 – Багатофакторна лінійна регресія

Вихідна інформація	Вывод итогов					
	<i>Регрессионная статистика</i>					
	Множественный R	0,954077325				
	R-квадрат	0,910263541				
	Нормированный R-квадрат	0,775658853				
	Стандартная ошибка	0,048179082				
	Наблюдения	16				
	Дисперсионный анализ					
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
	Регрессия	9	0,141275391	0,015697266	6,76249509	0,01520553
	Остаток	6	0,013927344	0,02321224		
	Итого	15	0,155202734			
		<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>
	Y-пересечение	-2,48390253	0,913299471	-2,719702145	0,03465648	-4,718665829
	X1	-0,0628125	0,024089541	-2,607459386	0,04025735	-0,121757484
X2	7,96875E-05	0,000120448	0,661594173	0,53280069	-0,000215037	
X3	0,011830357	0,017206815	0,687539042	0,51742427	-0,030273203	
X4	0,091796875	0,030111926	3,048522168	0,02255467	0,018115646	
X5	0,029270833	0,008029847	3,645254166	0,01076713	0,009622505	
X6	0,05796875	0,012044771	4,812773294	0,00296184	0,028496258	
X7	0,007734375	0,006022385	1,284271041	0,24640378	-0,007001871	
X8	0,0015625	0,120447705	0,012972435	0,99007037	-0,293162418	
X9	0,2890625	0,120447705	2,54678	0,04830211	-0,005662418	
Модель регресії	$k_{cm} = -2,484 - 0,0623X_1 + 0,00008X_2 + 0,0118X_3 + 0,0918X_4 + 0,058X_6 + 0,0077X_7 + 0,0016X_8 + 0,2891X_9$					
Коефіцієнт кореляції	R=0,95408; значення коефіцієнта є близьким до одиниці, тому якість моделі є високою					
Коефіцієнт детермінації	$R^2=0,91026$ ; отже, 91 % дисперсії коефіцієнта стійкості пояснюється впливом розглянутих факторів					
Залишкова дисперсія	$\sigma_0^2=0,0232$ ; отже, вплив неврахованих факторних ознак є незначним, тобто зміна результативної ознаки ( $k_{cm}$ ) пояснюється переважно впливом розглянутих факторів					
Критерій Фішера	F=6,762; $F_{кр}=4,099$ ; $F>F_{кр}$ ; тобто з ймовірністю 95 % рівняння регресії є статистично значущим і його можна використовувати для визначення коефіцієнта стійкості $k_{cm}$					

Таким чином, виконавши аналіз результатів моделювання, робимо висновок, що рівняння регресії (7.55) підходить для розрахунку коефіцієнта стійкості схилу споруди.

$$k_{cm} = -2,484 - 0,0623X_1 + 0,00008X_2 + 0,0118X_3 + 0,0918X_4 + 0,058X_6 + 0,0077X_7 + 0,0016X_8 + 0,2891X_9 \quad (7.55)$$

Ці висновки також підтверджують порівняння середніх результатів, отриманих методами К. Терцагі, Ю. І. Соловйова, А. Г. Дорфмана, Маслово-Берера, Г. М. Шахунянца, з результатами розрахунку за отриманою лінійною моделлю (табл. 7.7).

Таблиця 7.7 – Порівняння результатів розрахунку

Варіанти розрахунку	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$\bar{k}_{cm}$	$k_{cm}$	Розбіжність, %
		$H$	$N$	$\gamma$	$L$	$c$	$\varphi$	$\alpha$	$b$	$d$			
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1,88	1,81	3,73
2	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	1,67	1,70	1,72
3	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	1,52	1,53	0,49
4	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	1,73	1,77	1,95
5	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	1,68	1,68	0,09
6	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	1,68	1,68	0,06
7	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	1,69	1,69	0,28
8	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	1,82	1,81	0,22
9	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	1,52	1,50	1,27
10	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	1,72	1,74	1,16
11	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	1,73	1,75	0,94
12	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	1,66	1,64	1,02
13	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	1,55	1,60	3,16
14	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	1,73	1,72	0,45
15	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	1,54	1,56	0,87
16	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	1,62	1,58	2,15

Визначимо інтервальні значення коефіцієнт стійкості будівлі. Для цього спочатку виконаємо розрахунок коефіцієнта стійкості за рівнянням регресії (7.55) для основних рівнів факторів:

$$k_{ст} = -2,484 - 0,0623 \cdot 10 + 0,00008 \cdot 2500 + 0,0918 \cdot 17 + 0,0118 \cdot 9 + 0,0293 \cdot 28 + 0,058 \cdot 23 + 0,0077 \cdot 40 + 0,0016 \cdot 3 + 0,2891 \cdot 3,5 = 1,593.$$

Виконаємо розрахунок інтервальних значень коефіцієнта стійкості за формулою:

$$k_{ст} - \sigma_0 t \leq k_{ст} \leq k_{ст} + \sigma_0 t, \quad (7.56)$$

де  $\sigma_0$  – залишкова дисперсія,  $\sigma_0 = 0,0232$ ;

$t$  – критичне значення  $t$ -статистики,  $t = 2,445$ .

Таким чином, інтервальне значення коефіцієнту стійкості:

$$1,593 - 0,0232 \cdot 2,445 \leq k_{ст} \leq 1,593 + 0,0232 \cdot 2,445;$$

$$1,536 \leq k_{ст} \leq 1,649.$$

Тобто з ймовірністю 95 % коефіцієнт стійкості схилу буде знаходитись в інтервалі  $k_{ст} = 1,536 \dots 1,649$  [148].

### **7.1.3 Оцінювання рівня ризику проекту при прийнятті рішень в умовах мінливого зовнішнього середовища.**

Методам обґрунтування тривалості і вартості реалізації інвестиційно-будівельних проектів приділяється значна увага, зокрема при формуванні договірної ціни, оскільки врахування впливу стохастичного характеру визначальних чинників підвищує рівень надійності прийнятих рішень. Однак аналіз даних свідчить про те, що фактичні значення часових і вартісних показників досить часто істотно відрізняються від планових. Ці відхилення

обумовлені: неадекватними, часто оптимістичними оцінками проекту щодо обсягів робіт проекту, вартості виконання робіт і тривалості реалізації проекту; застосуванням детермінованих моделей проекту, які не враховують можливість виникнення численних непередбачених змін в інвестиційному процесі, та істотно впливають на кінцевий результат; відсутністю інтегрованого розгляду таких результативних показників, як тривалість і вартість.

Оскільки процеси проектування та здійснення реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення характеризуються динамічністю і високим рівнем невизначеності, то чинник ризику є їх невід'ємним атрибутом [317]. Таким чином, існує об'єктивна потреба в підвищенні рівня надійності прийнятих рішень на основі врахування впливу чинників ризику і невизначеності при оцінюванні та обґрунтуванні часових і вартісних показників проектів.

Враховуючи те, що проекти реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення є масштабними і унікальними, їх реалізація буде супроводжуватися певним набором потенційних ризиків, які впливатимуть на показники ефективності, зокрема тривалість і вартість. Серед цих ризиків доцільно виокремити такі основні групи ризиків: ризики, пов'язані з середовищем реалізації проекту; ризики, пов'язані з реалізацією проекту. До ризиків, пов'язаних із середовищем реалізації проекту, належать економічні та політичні ризики. До ризиків, пов'язаних із реалізацією проекту, належать будівельні та ринкові ризики (табл. 7.8).

Таблиця 7.8 – Ідентифікація ризиків, притаманних проектам реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Види ризиків	Опис ризиків
1	2
Економічні	Ці ризики пов'язані з макроекономічною ситуацією, інвестиційним кліматом, демографічною ситуацією, як в



Завершення таблиці 7.8

1	2
	Україні в цілому, так і в конкретному регіоні. Це, перш за все, такі економічні ризики, як: зниження економічного зростання, ризики інфляції, коливання валютного курсу, зниження промислового виробництва, еміграція кваліфікованих трудових ресурсів, скорочення туристичних потоків тощо
Політичні	Ризики, пов'язані з доволі частими змінами законодавчих актів (зокрема змінами у податковому законодавстві), нормативних документів, запровадженням різноманітних обов'язкових платежів, переглядом рішень про виділення земельних ділянок, їх перенесенням до іншого зонування або накладанням додаткових зобов'язань на власника земельної ділянки
Будівельні	Ризик затримки етапів схвалення проекту, ризик затримки строків будівництва, ризик низької якості будівельних робіт, ризик перевитрати коштів підрядниками тощо
Ринкові	Низький попит на окремі види нерухомості через несприятливу ринкову кон'юнктуру, зміни пріоритетів потенційних покупців та/або орендарів
Інвестиційні	Ризики, пов'язані з труднощами залучення додаткових інвесторів проекту
Фінансові	Ризики, обумовлені можливими перешкодами в отриманні додаткового фінансування, співфінансування
Приховані	Ризики, які неможливо виявити при розробленні та на початку реалізації проекту

Мінімізація або уникнення ризиків залежить від якості проведених передінвестиційних досліджень, зокрема ретельності аналізу ринку

нерухомості, на основі якого можна визначити основні ринкові тенденції та спрогнозувати його подальший розвиток. Зміни в ринковому середовищі, що відбуватимуться у процесі реалізації проекту, також можуть потребувати внесення змін до концепції проекту.

Безумовно, запропоновані дослідниками [107, 195] підходи до оцінювання ризику проекту можуть бути корисні при обґрунтуванні та прийнятті організаційно-технологічних рішень, але питання пошуку комплексного показника оцінки рівня ризику проекту з застосуванням теорії вимірювань в цілому залишається актуальним. Для суб'єктів господарювання, що функціонують в умовах мінливого зовнішнього середовища, адекватна реальним умовам концепція вимірювання ризику не повинна ґрунтуватися на класичних принципах статистичної ймовірності, які передбачають можливість повторення подій в одних і тих же умовах необмежену кількість разів. У зв'язку з цим для вимірювання рівня ризику в діяльності будівельних організацій, в тому числі при прийнятті рішень в умовах мінливого зовнішнього середовища, повинні бути використані спеціальні інструменти вимірювання, а саме: спеціальні шкали, показники, алгоритми. Разом із тим звужується сфера застосування таких показників, як, наприклад, математичне очікування, оскільки в умовах мінливого зовнішнього середовища залежності, які досить адекватно відображають реальну ситуацію, вкрай рідко задовольняють найпростішим співвідношенням, що лежить в основі лінійних моделей. При цьому непостійними стають не тільки вид залежності, але і перелік факторів, які справляють визначальний вплив на досліджуваний процес і включені в модель. На цьому тлі розширюється сфера застосування методів експертних оцінок. Особливо це стосується чинників ризику при прийнятті організаційно-технологічних рішень в умовах мінливого зовнішнього середовища.

Таким чином, потрібно сформулювати комплексний показник оцінки рівня ризику проекту при прийнятті організаційно-технологічних рішень в умовах мінливого зовнішнього середовища на основі теорії вимірювань.

Підходи до кількісної оцінки ризику в діяльності будівельних організацій із урахуванням мінливості зовнішнього середовища орієнтовані на економічну сферу діяльності і відрізняються від підходів, що використовуються в теорії прийняття рішень і теорії дослідження операцій, в яких ризик асоціюється зі стохастичною ситуацією, при якій результату кожного альтернативного варіанту відповідає відома ймовірність його появи [181].

Якщо ж мова йде про рішення, прийняті суб'єктами господарювання, щодо вкладень ресурсів, то повторення досвіду для одного і того ж суб'єкта в тих же умовах, як правило, практично неможливо. Так, вклавши деякі ресурси в проект, інвестор тим самим змінює фінансовий стан і повторення досвіду буде відбуватися вже в інших фінансових умовах. Таким чином, поняття математичного очікування величини як середньої по множині експериментів не має очевидної інтерпретації в такій ситуації. Подібним чином у сфері прийняття організаційно-технологічних рішень втрачають ясність інтерпретації та інші ймовірнісні характеристики.

Таким чином, можна виділити першу відмінність пропонованого підходу від класичних, яка полягає у відмові від апріорних припущень про стохастичність досліджуваних процесів.

Друга відмінність пов'язана зі сферою застосування ризику, а саме: термін «ризик» доцільно використовувати лише тоді, коли результат зумовлює істотну небезпеку для суб'єкта господарювання. Виходячи з сутності ризику як суб'єктивної характеристики ситуації в умовах мінливого зовнішнього середовища, що відбиває загальний можливий негативний вплив на суб'єкта господарювання, предметом вивчення є:

- ситуація, в якій можливе прийняття того чи іншого рішення;

– невизначеність в настанні тих чи інших результатів кожної з альтернатив;

– суб'єкт, який приймає рішення з точки зору їх наслідків;

– оцінка наслідків прийняття рішень із урахуванням їх бажаності або небажаності для суб'єкта господарювання.

Також підхід, що розглядається, до оцінки рівня ризику ґрунтується на теорії вимірювань [76], згідно з якою вирішення задачі вимірювання того чи іншого аспекту конкретної ситуації передбачає реалізацію таких етапів:

– системний аналіз і побудова реляційної моделі предметної області (ризикової ситуації в діяльності організації);

– вибір шкали вимірювання рівня ризику з урахуванням цілей такого вимірювання і можливостей отримання всієї необхідної інформації;

– вибір способу визначення значень показника вимірювання рівня ризику, що задовольняє умовам шкального гомоморфізму.

При цьому під предметною областю розуміється частина навколишнього світу, яка буде досліджуватися в контексті завдання вимірювання, а під реляційною моделлю – представлення досліджуваної предметної області у вигляді множини  $M$ , на якій поставлено набір відношень, тобто у вигляді [317]:

$$S = \langle M, R_1, \dots, R_n \rangle,$$

де  $M$  – множина;

$R_i \subseteq M_{k(i)}$  – відношення  $k(i)$ -того ступеня, тобто підмножина декартова добутку  $k$  елементів множини  $M, i = 1, \dots, n$ .

Сенс відношень  $R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_n$  полягає в тому, що вони задають структуру на множині  $M$ , що відображає взаємозв'язки між елементами множини відповідно до особливостей емпіричної області. На практиці такі

відношення відображають відносні чи абсолютні характеристики економічних благ, зокрема такі як цінність, вартість тощо.

Під шкалою  $III$  розуміється також реляційна система:

$$III = \langle X, Q_1, \dots, Q_n \rangle,$$

де  $X$  – множина значень показника вимірювання;

$Q_i \subseteq X_{k(i)}$  – відношення  $k(i)$ -того ступеня на множині  $X$ .

Призначення шкали полягає в тому, що її носій  $X$  служить множиною значень показника, що вимірює цю властивість, а відношення на числовій множині  $X$  визначають взаємозв'язки між значеннями показника  $X$ .

Під вимірником розуміється відображення:

$$f : M \rightarrow X,$$

що задовольняє умовам:

$$(m_1, \dots, m_{k(i)}) \in R_i \Rightarrow (f(m_1), \dots, f(m_{k(i)})) \in Q_i, i = 1, \dots, n.$$

Тобто відображення  $f$  має бути гомоморфізмом із емпіричної реляційної системи  $S$  в шкальну реляційну систему  $III$ : кожен набір елементів  $m_1, \dots, m_{k(i)}$ , пов'язаний цим відношенням  $R_i$ , переходить при використанні цього показника в набір елементів, що знаходяться у відповідному відношенні  $Q_i$ .

В якості носія системи  $M$  слід розглядати множину можливих подій (результатів), настання яких можливе після прийняття рішення – вибору однієї з альтернатив, і які мають істотне значення для суб'єкта ризику. Як відношень на множині подій виділяються дві групи відношень.

Перша група складається з одного відношення (позначимо його через  $R_j$ ), яке характеризує абсолютну або відносну ступінь реальності (ймовірності) настання тієї чи іншої події. Залежно від обсягу та змісту наявної до моменту аналізу інформації це відношення може бути:

- бінарним: вважається, що  $(m_1, m_2) \in R_1$ , якщо настання події  $m_1$  більш імовірно, ніж  $m_2$  ( $(m_1, m_2) \in M$ );
- тернарним:  $(m_1, m_2, m_3) \in R_1$ , якщо ймовірність настання  $m_1$ , в порівнянні з імовірністю настання  $m_2$ , вище, ніж імовірність настання  $m_3$ , в порівнянні з імовірністю настання  $m_2$  ( $(m_1, m_2, m_3) \in M$ );
- чотирьохарним:  $(m_1, m_2, m_3, m_4) \in R_1$ , якщо настання  $m_1$  в порівнянні з  $m_2$  вище, ніж імовірність настання  $m_3$  у порівнянні з  $m_4$  ( $(m_1, m_2, m_3, m_4) \in M$ ) і т.д.

Друга група складається з відношень, які порівнюють події з соціально-економічним збитком, який може бути завданий цьому суб'єкту. Це відношення  $R_2$  в залежності від обсягу і змісту наявної інформації також може бути:

- бінарним:  $(m_1, m_2) \in R_2$ , якщо збиток, пов'язаний із подією  $m_1$ , менше, ніж збиток, пов'язаний із подією  $m_2$  ( $(m_1, m_2) \in M$ );
- тернарним:  $(m_1, m_2, m_3) \in R_2$ , якщо збиток від настання події  $m_1$ , у порівнянні зі збитком від  $m_2$ , менше, ніж збиток від  $m_3$ , у порівнянні з  $m_2$  ( $(m_1, m_2, m_3) \in M$ );
- чотирьохарним:  $(m_1, m_2, m_3, m_4) \in R_2$ , якщо збиток від настання  $m_1$  у порівнянні з  $m_2$  менше, ніж збиток від  $m_3$  у порівнянні з  $m_4$  ( $(m_1, m_2, m_3, m_4) \in M$ ) і т.д.

Зауважимо, що самі по собі  $R_1$  та  $R_2$  на практиці не є однозначно визначеними, і їх уточнення залежить від багатьох факторів, зокрема від розмірів коштів, що виділяються на аналіз ризикової ситуації.

Пропонований підхід до вибору шкали і алгоритму вимірювання ризику базується на попередньому вирішенні питань про вимірювання окремо ймовірнісної і соціально-економічної оцінки ситуації, оскільки саме так проходить аналіз ситуації в практичній діяльності осіб, які приймають рішення. Починати слід із вибору шкали вимірювання ймовірностей. Цей вибір визначається в залежності від двох факторів: цілей вимірювання, а також обсягу наявної інформації про досліджувану ситуацію. Цілі, пов'язані з внутрішнім аналізом ситуації, відмінністю варіантів ризику при різних комбінаціях подій можуть бути досягнуті при відносно малоінформативних варіантах шкали, таких, як номінальні і порядкові. Такий варіант, як правило, недостатній для практичних задач прийняття рішень, у зв'язку з чим слід мати інструментарій для порівняння різних результатів за їх ймовірністю. В такому випадку шкала повинна бути, принаймні, порядковою. Тут сукупність значень є частково впорядкованою множиною, що дозволяє визначити, який із результатів більш ймовірний, але не дозволяє встановити на скільки.

Наступною в порядку зростання інформативності є шкала відношень. При наявності достатньої інформації будується шкала, що дозволяє визначити відносну ймовірність настання кожної події з заданої пари. Тут  $X$  – числова множина, елементи якої сприймаються не як абсолютні, а як відносні числа. При фіксації значення вимірювача на одній з подій, тобто фіксації одиниці вимірювання, шкала перетворюється в абсолютну.

Нарешті, якщо необхідна повністю «транспортабельна» оцінка ймовірності, тобто оцінка, яка припускає порівняння з ймовірністю подій в зовсім іншій ситуації, слід використовувати абсолютну шкалу, в якій кожна подія отримує однозначну числову оцінку ймовірності її реалізації. Така ймовірність може формуватися або на основі статистики (статистична ймовірність), або на основі експертних даних (суб'єктивна ймовірність). У всіх таких випадках множина  $X$  являє собою відрізок  $[0,1]$ .

Для побудови «транспортабельних» оцінок ризику доцільно вимірювати збиток не в грошових, а у відносних одиницях, які приймають

значення з інтервалу  $[0,1]$ . З цією метою доцільно визначати фінансовий збиток в частках від загального обсягу наявних у цієї особи активів.

При побудові функції оцінки ризику необхідно ґрунтуватися на спільному вимірюванні двох його компонент, а саме: ймовірності настання події і рівня очікуваних суб'єктом втрат (збитків) [206, 317].

Позначимо через  $\nu$  ймовірність (суб'єктивну або статистичну) настання несприятливого результату і через  $z_j$  – відповідну цьому результату величину збитку для суб'єкта господарювання. Будемо вважати, що цей збиток носить майновий характер і має грошовий вираз. Якщо  $Z$  – загальна величина вкладень суб'єкта господарювання, то величина  $z = \frac{z_j}{Z}$  виражає його відносний збиток. Найближче завдання полягає у визначенні оцінки ризику цієї події на базі спільного врахування величин  $\nu$  і  $z$ .

З огляду на той факт, що оцінка рівня ризику має суб'єктивний характер, результат буде залежати також і від особливостей суб'єкта прийняття рішення, що визначають його «психотип».

Для сприйняття і оцінки різних аспектів ризикової ситуації значення мають такі характеристики суб'єкта: його ставлення до ризику; ставлення до втрати цінностей; відношення до придбання цінностей.

В теорії корисності загальна оцінка результату ( $r$ ) визначається добутком імовірності на величину корисності:

$$r = \nu \cdot z.$$

Однак можливість інтерпретації ймовірності як межі частоти настання цього результату в загальному випадку досить обмежена через неможливість проведення серії дослідів із однаковими умовами. Тим самим добуток як функціональна форма ризику втрачає своє виняткове положення і стає одним із багатьох можливих у принципі видів функції ризику. При об'єктивному



підході до мультиплікативної функції виявляються деякі її особливості, які навряд чи можуть бути беззастережно прийняті.

Перш за все, функція  $r = v \cdot z$  симетрична щодо обох змінних. Це означає, що їх зміна надає абсолютно однаковий вплив на оцінку ризику. Тим часом різні суб'єкти по-різному ставляться до порівняльної оцінки «імовірнісного» і «матеріального» чинників збитку. Наприклад, «обережний» суб'єкт практично не робить різниці між великою і малою (але не нульовою) ймовірністю втрат, тому для нього вплив величини втрат на оцінку ризику незрівнянно вищий, ніж вплив зміни ймовірності. Отже, для «обережного» суб'єкта величина частної похідної функції  $r(v, z)$  по  $v$  близька до нуля:

$$\partial r / \partial v \approx 0.$$

Разом із тим «скупий» суб'єкт не сприймає втрати, тому для нього частна похідна функції  $r(v, z)$  по  $z$  близька до нуля.

Суб'єкт, якого можна віднести одночасно і до «скупого», і до «обережного», характеризується умовою  $r(v, z) \approx const$ .

Добуток аргументів як функціональна форма для оцінки ризику не дозволяє відобразити як наведені, так і багато інших індивідуальних особливостей ситуації прийняття рішень.

Перед тим, як запропонувати альтернативні підходи до побудови функції ризику одиничного результату, необхідно уточнити, в якій шкалі буде вимірюватися ризик. Це питання пов'язане з двома аспектами: цільовим та інформаційним. Цільовий аспект визначає, для чого вимірюється ризик. Тут можливі такі варіанти:

– ризик визначається для отримання суб'єктом додаткової характеристики альтернатив із метою більш обґрунтованого прийняття рішення про вибір однієї з них;

– метою визначення ризику є оцінка суб'єктом варіантів поведінки в більш широкому аспекті, ніж ця ситуація прийняття рішення, в тому числі апостеріорна оцінка наслідків і результатів;

– метою визначення ризику є абсолютна і по можливості об'єктивна оцінка ризику даного результату або альтернативи, яка допускає порівняння за цим показником із альтернативами, оціненими іншими суб'єктами і виникаючими в інших ситуаціях.

Таким чином, цільовий аспект вимірювання рівня ризику визначається ступенем суб'єктивності і ситуаційної орієнтації оцінки.

У першому випадку, найвужчому, цільова спрямованість висуває найслабші вимоги до інформаційності шкали вимірювання рівня ризику, вона може бути навіть порядковою.

У другому і третьому випадках найбільш доцільно використовувати максимально інформативні шкали типу кількісних або абсолютних.

Розглянемо методи побудови функції ризику результату  $r(v, z)$ .

Нехай має місце випадок:  $r(v, z)$  приймає значення в порядковій шкалі.

Завдання полягає в такому:

– отримати інформацію про впорядкування досить потужної дискретної множини пар  $(v_i, z_i)$ ,  $i = 1, \dots, I$ ;

– використовуючи цю інформацію, знайти спосіб таким чином поширити це відношення порядку на всю множину пар  $(v, z)$ , щоб апроксимувати впорядкованість пар  $(v_1, z_1), \dots, (v_n, z_n)$ .

Можливий дуже широкий спектр підходів до вирішення цього завдання. Відзначимо деякі варіанти постановки першої частини завдання:

– «тестові» точки  $(v_i, z_j)$  генеруються самим суб'єктом;

– «тестові» точки пропонуються суб'єкту для оцінки відповідно до визначеної методики.

Другий випадок неявно передбачає, що суб'єкт здатний дати відносну оцінку (упорядкувати) будь-якій множині пар  $(v_i, z_i)$ . Це відповідає підходу

до побудови функції ризику як обчислюваної функції, заданої на добутку відрізка  $[0,1]$  і множини всіх невід'ємних дійсних чисел.

Проблема розроблення методики формування тестової послідовності тут не розглядається.

Припустимо, що тестова послідовність  $(v_1, z_1), \dots, (v_i, z_i)$  так чи інакше задана. Суб'єкт призначає кожній парі номер, що відображає впорядкованість пар із точки зору небажаності цих результатів.

Тепер завдання зводиться до побудови бінарного відношення на множині всіх пар  $(v, z)$ , яке найкращим чином апроксимувало б порядок, заданий на кінцевій підмножині пар  $(v_1, z_1), \dots, (v_n, z_n)$ .

Якщо базуватися на системі виявленої переваги, тобто даних нумерації кінцевої множини значень аргументів  $(v_i, z_i)$ ,  $i = 1, \dots, I$ , то для реалізації принципу адекватності оцінки (інваріантності оцінки щодо монотонних перетворень вихідних даних) потрібно будувати апроксимацію на базі критеріїв першого порядку. Ці критерії забезпечують одночасно як апроксимацію значень функції, так і апроксимацію її частних похідних.

При виборі критерію необхідно враховувати, що найбільшою мірою повинна апроксимуватися саме гранична норма заміни аргументів, для чого доведеться використовувати в якості вихідних даних відношень різниць між значенням виду  $(m_i - m_j) / (m_k - m_j)$ .

Для цього суб'єкту пропонується відповісти на питання такого характеру: нехай задані довільні значення ймовірності  $v$  та розміру втрат  $z$ . Припустимо, що ймовірність настання конкретного результату збільшилася на  $0,1$  і стала рівною  $v_1 = v + 0,1$ . Чи існує така величина втрат  $z_1$ , що ступінь небажаності нової пари  $v_1, z_1$  буде така ж, що і попередньої?

При негативній відповіді доведеться визнати, що замінюваність між  $v$  і  $z$  відсутня (принаймні при заданих  $v$  та  $z$ ), функція ризику має вигляд:

$$r = \varphi(\min(av, bz)) \text{ або } r = (\max(av, bz)),$$

де  $\varphi$  – функція від однієї змінної;

$a, b$  – індивідуальні константи (параметри).

У найпростішому випадку  $\varphi = 1$ .

При позитивній відповіді задається наступне питання: на скільки одиниць слід зменшити величину можливих втрат при збільшенні ймовірності цього результату на 0,1, щоб оцінка ризику цього результату не змінилася?

Отримавши відповідь, можна продовжити питання: чи залежить зазначена величина від початкових значень  $v$  та  $z$ ?

Негативна відповідь дозволяє прийняти гіпотезу, що функція ризику має вигляд:

$$r(v, z) = \varphi(av + bz),$$

де  $\varphi$  – довільна функція від однієї змінної;

$a, b$  – константи (параметри), що підлягають уточненню (після нормування можна залишити один параметр).

Позитивна відповідь породжує новий цикл питань, результатом якого є побудова таблиці експертних оцінок значень граничної норми заміни. Після отримання такої таблиці будується апроксимація граничної норми і при необхідності функція від двох змінних, для якої відношення частних похідних дорівнює побудованій апроксимуючій функції.

Якщо величини  $v$  та  $r$  вимірюються в абсолютній шкалі і приймають значення від 0 до 1, то викладена вище процедура не цілком коректна. Щоб уникнути цього пропонується замість додавання використовувати деякий інший спосіб «малої» зміни вихідного значення змінної і відповідно інший спосіб вимірювання зміни, що виникла, значення функції.

Розглянемо числове перетворення  $x \rightarrow x^*$ , яке визначається таким чином:

$$x^* = x + \delta_x - x \cdot \delta_x,$$

де  $\delta_x = (x^* - x)/(1 - x)$  – «мала» величина. Таке перетворення зберігає область визначення змінної, оскільки:

$$x^* = x + \delta_x - x \cdot \delta_x = 1 - (1 - x)(1 - \delta_x),$$

то при  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq \delta_x \leq 1$ , як легко бачити,

$$0 \leq \max(x, \delta_x) \leq x^* \leq 1.$$

Трансформація  $x \rightarrow x^*$  має таку інтерпретацію: якщо  $x \in [0, 1]$  висловлює ймовірність деякої події  $A$ , то  $x^*$  – ймовірність настання події  $A + B$ , де  $B$  – деяка незалежна від  $A$  подія з «малою» ймовірністю реалізації. Тим самим  $x^*$  – це результат уявного експерименту з розширення вихідного поля подій. Якщо тепер  $f(x)$  – деяка функція, для якої  $x$  є аргументом, то її зміну слід розглядати як реакцію не просто на збільшення цього аргументу (що в економічних дослідженнях зазвичай пов'язується з залученням в процес нових ресурсів), а на розширення простору подій, що впливають на значення функції.

Нехай тепер  $f(x_1, \dots, x_n)$  – деяка диференційована функція, що приймає значення на відрізку  $[0, 1]$ . Тоді зміну її значень слід вимірювати не за допомогою різниці  $f - f^*$ , де  $f^*$  – нове значення функції, а за допомогою величини  $\delta_f = (f^* - f)/(1 - f)$ . Іншими словами, так само як і при вимірюванні зміни аргументу замість звичайного додавання використовувалася операція  $x + \delta_x - x \cdot \delta_x$ , тут нове значення функції

представляється у вигляді  $f^* = f + \delta_f - \delta_f \cdot f$ . У цій ситуації в якості відносного вимірника впливу аргументу  $x_i$  на функцію природно використовувати величину  $\delta_f / \delta_{x_i}$ .

При  $\delta_{x_i} \rightarrow 0$  отримуємо такий вираз характеристики впливу зміни  $i$ -го аргументу на функцію:

$$\delta_f / \delta_{x_i} \rightarrow f_i^* = \partial(\ln(1 - f)) / \partial(\ln(1 - x_i)).$$

Ця характеристика є аналогом стандартної частної похідної для функцій, які приймають значення від 0 до 1, аргументами яких служать змінні, що приймають значення в цьому ж інтервалі. Саме така характеристика повинна використовуватися в процесі тестування суб'єктів ризику при побудові функції оцінки індивідуального ризику одиначної події  $r(v, z)$ .

Таким чином, при побудові функції ризику  $r(v, z)$  пропонується в якості основних використовувати для залучення суб'єктивної інформації такі характеристики:

$$r \cdot v = \partial(\ln(1 - r)) / \partial(\ln(1 - v)),$$

$$r \cdot z = \partial(\ln(1 - r)) / \partial(\ln(1 - z)).$$

До цих пір розглядалася побудова функції ризику результату, що приймає значення в порядковій шкалі. Якщо вимірювання проводиться в шкалі відношень, то в нумерації множини тестових пар відбивається не тільки їх порядок, але і відносна небажаність для приймаючого рішення суб'єкта двох цих підсумків. Відповідно результат оцінки функції  $r(v, z)$  за критеріями:

$$Q_i = |r(v_i, z_i) - m_i| \rightarrow \min, i = 1, \dots, I,$$

повинен бути інваріантним щодо множення всіх  $m_i$  на довільну константу. Це досягається, зокрема, якщо функція  $r(v, z)$  має мультиплікативний оцінюваний параметр.

Можна також рекомендувати включити до складу критеріїв апроксимацію відношень  $m_i / m_j$ .

Аналогічний підхід застосовується і в разі, коли мова йде про різницеву шкалу. Відповідно, якщо мова йде про кількісну (інтервальну) шкалу, в функції  $r(v, z)$  повинні бути два оцінюваних параметра – мультиплікаційний і адитивний вільні члени.

Перейдемо тепер до дослідження способів побудови функції ризику альтернативи, припускаючи, що функції ризику кожного результату  $r(v_j, z_j)$ ,  $j = 1, \dots, n$ , побудовані.

Стандартний підхід до побудови загальної оцінки ризику альтернативи, що продовжує стандартний підхід до побудови функції ризику окремого результату як добутку  $r(v, z) = v \cdot z$ , полягає в підсумовуванні ризиків окремих випадків:

$$p = r_1 + \dots + r_n.$$

Такий підхід є обґрунтованим, якщо кожен окремий ризик відображає середню величину збитку в результаті  $j$ -го результату при проведенні всієї серії дослідів.

При відмові від припущення про можливість повторення експерименту в однакових умовах підсумовування функцій ризику результату для оцінки ризику альтернативи втрачає єдиність і представляються лише одні з багатьох варіантів побудови агрегуючої функції  $p = p(r_1, \dots, r_n)$ .

Ясно, що загальна оцінка ризику альтернативи повинна належати тій же шкалі, що і ризики результатів. Величина  $p(r_1, \dots, r_n)$  може розглядатися як статистика на множині вимірювань ризику окремих випадків. Відомо [76], що для порядкової шкали сума не є адекватною впорядковуючою статистикою. Ґрунтуючись на теоремі А. І. Орлова про медіану, можна показати, що в порядкових шкалах єдиними оціночними функціями, адекватними щодо монотонних перетворень, є члени варіаційного ряду  $r(1) \leq r(2) \leq \dots \leq r(n)$ , складеного з величин  $r_1, \dots, r_n$ , тобто такі характеристики, як максимум ( $\max r_i$ ), мінімум ( $\min r_i$ ), медіана, нижній квантиль, верхній квантиль. Вибір однієї з них диктується умовами ситуації прийняття рішень, зокрема і особливо психологічним станом суб'єкта в момент прийняття рішення.

У разі вимірювання в шкалі інтервалів (і близькому до нього випадку вимірювання в шкалі відношень) ми по суті знаходимося в рамках класичної в теорії дослідження операцій ситуації прийняття рішень із різними наслідками, що подається матрицею  $E = (e_{ij})$ .

У загальному випадку для вибору одного з цих варіантів або розроблення іншого критерію необхідно фактично вирішувати завдання аналізу і оцінювання еластичності заміни втрат від реалізації окремих результатів в агрегованій функції ризику альтернативи. Для цього пропонується використовувати методологію, подібну до методології вибору виду виробничих функцій.

На закінчення викладу основних моментів підходу до аналізу і моделювання рівня ризику для суб'єкта господарювання зробимо кілька зауважень:

– у цій концепції «втрати», «придбання» в результаті одного або тим більше різних випадків не передбачаються сумованими. Починаючи з деяких граничних величин, втрати можуть привести до якісних змін, що носять



необоротний характер. Така точка зору впливає з відмови від апріорного припущення про повторюваність ситуації прийняття рішення;

- функції ризику альтернативи в даному підході будувалися на базі агрегування функцій ризику окремих випадків;

- функції ризику альтернатив і окремих результатів, а також залежності точності компонент цих функцій від ресурсів, що витрачаються на їх визначення, є базою для побудови системи моделей оптимізації ризику в сфері прийняття рішень.

У ряді випадків у прийнятті рішень беруть участь кілька самостійних суб'єктів. Для кожного з них, оцінивши ризики окремих результатів і альтернатив у відповідності з викладеними в цьому пункті положеннями, можна сформулювати узагальнену оцінку ризику. Однак виникає і питання про ступінь ризикованості всього проекту. У найзагальнішому випадку така оцінка формується на базі всієї множини вихідних даних про конкретну інвестиційної ситуації: складу суб'єктів ризику; складу можливих для кожного суб'єкта подій, що асоціюються з потенційним збитком; ймовірностей цих подій; розмірів збитків для суб'єкта при їх настанні. Однак більш природним було б припущення, що загальна оцінка ризику проекту формується не на основі первинної інформації, а на основі вже вироблених оцінок ризиків конкретних суб'єктів. У цьому випадку дотримується принцип ієрархічної оцінки ризику, узгодження оцінок ризику окремими суб'єктами (або їх групами) і комплексність оцінки досягається автоматично.

Позначимо через  $r_i$  комплексні оцінки ризику кожного з учасників проекту і через  $G$  – загальну оцінку всіх ризиків проекту  $r = (r_1, \dots, r_n)$ . Тоді:

$$G = f(r_1, \dots, r_n),$$

де  $r_1, \dots, r_n$  – ризики окремих учасників.

Варіанти вибору функції  $f$ :

–  $f = \max(r_1, \dots, r_n)$ , тобто оцінка ризику проекту за ризиком максимально ризикуючого учасника;

–  $f = \min(r_1, \dots, r_n)$ , тобто оцінка ризику проекту за ризиком мінімально ризикуючого учасника;

–  $f = 1/n \cdot (r_1 + \dots + r_n)$ , тобто середній ризик усіх учасників проекту;

–  $f = (a_1 r_1^b + \dots + a_n r_n^b)^{1/b}$ , тобто узагальнене вираження для оцінки ризику, що об'єднує три попередніх вираження.

Важливе значення для характеристики проекту в цілому, з урахуванням асоційованої з ним множини ризиків, має коефіцієнт рівномірності ризику:

$$k = 1 - \min(r_1, \dots, r_n) / \max(r_1, \dots, r_n).$$

Коефіцієнт рівномірності, який приймає значення від 0 до 1, дозволяє судити про те, чи рівномірно розподіляється ризик між учасниками проекту. Якщо значення величини  $k$  близько до нуля, то ризик розподіляється рівномірно; чим ближче  $k$  до одиниці, відповідно тим вище ризик проекту в цілому і істотніше відмінність між ризиками окремих суб'єктів проекту. Цей коефіцієнт може бути використаний в якості поправочного при визначенні та обґрунтуванні максимально повної і достовірної оцінки множини ризиків конкретного проекту [317].

Таким чином, врахування впливу факторів ризику на основі запропонованого підходу до його кількісного оцінювання, на базі теорії вимірювань, сприятиме підвищенню рівня достовірності та надійності прийнятих організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення при обґрунтуванні вартісних і часових показників проектів в умовах мінливого зовнішнього середовища.

Отже, запропонований методичний підхід до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального

призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт забезпечує можливість:

- зменшення підприємницького ризику;
- врахування особливостей об'єкту реконструкції та умов виробництва робіт;
- визначення показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення при існуючих ресурсних обмеженнях;
- розрахунку тривалості та вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення з урахуванням системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів;
- одержання обґрунтованих значень тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення залежно від наявної вихідної інформації щодо об'єкту та умов реконструкції;
- уточнення значень показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення на різних етапах їх життєвого циклу, завдяки коригуванню значень тривалості та вартості реконструкції шляхом варіювання параметрів, які входять до складу визначальних факторів.

Розроблений методичний підхід може бути використаний для обґрунтування показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення, а саме: промислово-складських будівель підприємств переважно легкої і харчової промисловості, друкарень тощо; переважно одноповерхових; площею 900–4000 м<sup>2</sup>; з цегляними несучими стінами або самонесучими стінами зі збірних легкобетонних панелей; переважно прямокутної форми у плані.

## 7.2 Програмна реалізація моделей обґрунтування раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Для забезпечення актуальною інформацією щодо прогнозованої тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення для прийняття своєчасних рішень необхідний інструмент оперативного оброблення та аналізу вихідних даних. Із цією метою здійснено програмну реалізацію моделей обґрунтування раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, використовуючи запропонований на рис. 7.1 алгоритм, за допомогою додатку Microsoft Access (рис. 7.8), засоби якого дозволяють суттєво спростити процеси введення та оброблення початкових даних, аналізу цих даних, а також представлення розрахованих значень досліджуваних показників у вигляді звітів.

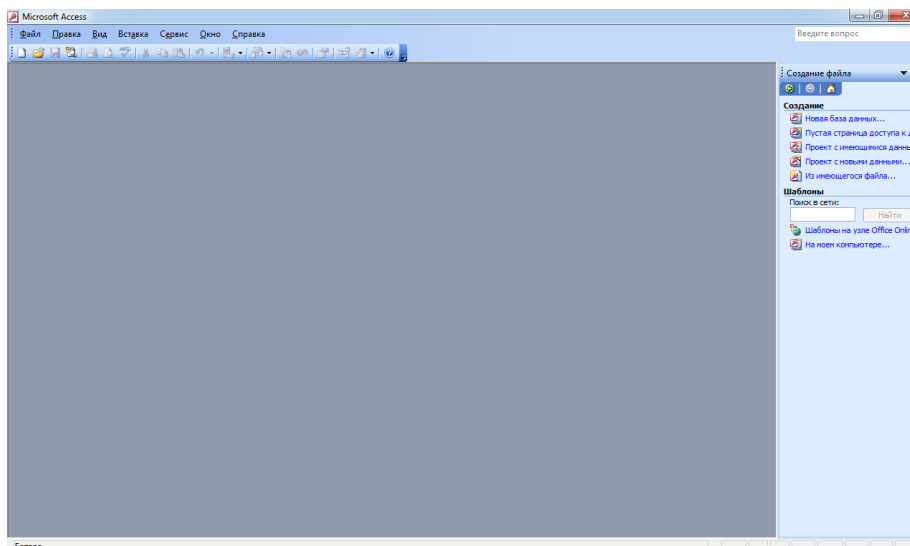


Рисунок 7.8 – Інтерфейс додатку Microsoft Access

Розроблений програмний продукт дозволяє приймати науково обґрунтовані рішення щодо ефективності організаційно-технологічних

рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення за критеріями тривалості і вартості завдяки врахуванню системного впливу визначальних факторів.

Введення вихідної інформації виконується за допомогою закладок, що містять окремі поля, з яких інформація надходить до бази даних, де потім зберігається (рис. 7.9).

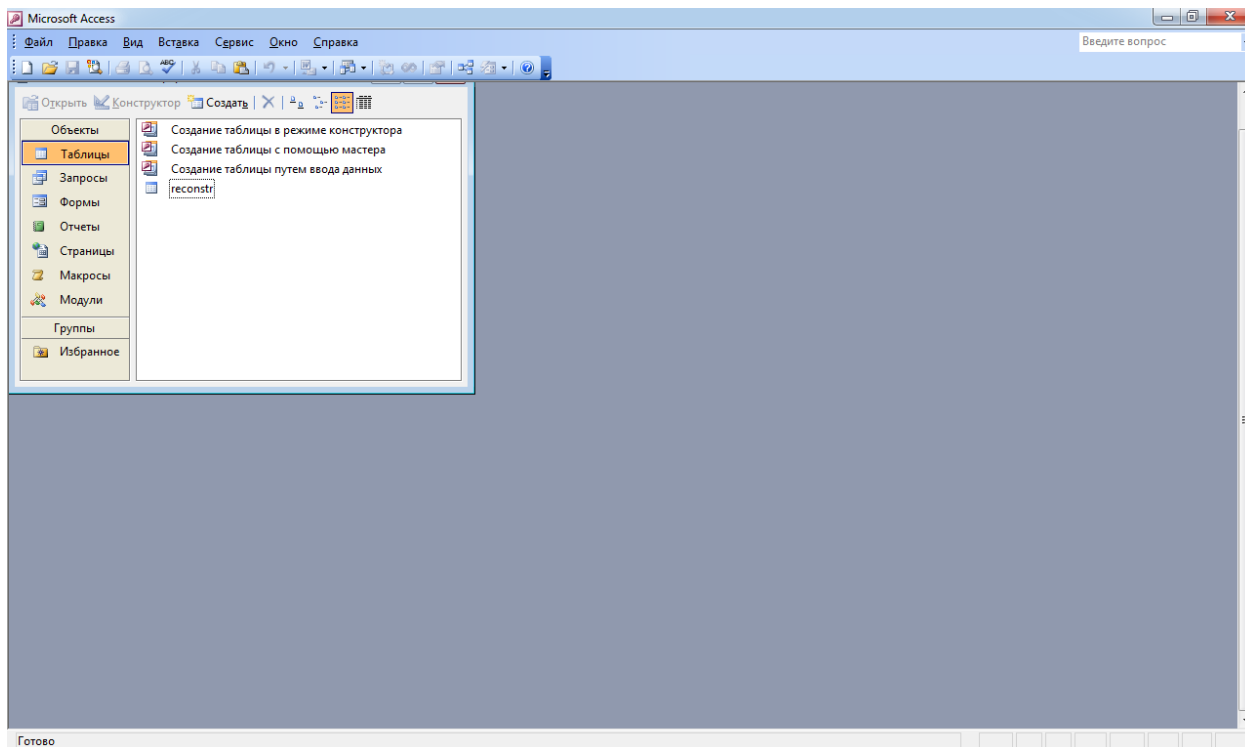


Рисунок 7.9 – Етапи створення бази даних для прогнозування тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення

Спочатку до бази даних вводиться інформація щодо значень:

- $PW$  – фізичний знос будівлі, %;
- $F_e$  – вільна площа території об'єкта реконструкції;
- $F_{mбi}$  – площа, необхідна для розміщення тимчасової будівельної інфраструктури;

–  $L_{n_{im}}$  – протяжність інженерних мереж, які потребують захисту або перенесення в процесі реконструкції;

–  $L_{заг_{im}}$  – загальна протяжність інженерних мереж об'єкта реконструкції;

–  $V_{zn}$  – будівельний об'єм інженерних споруд, які підлягають знесенню;

–  $V_{рек}$  – будівельний об'єм інженерних споруд, які підлягають реконструкції.

Після цього до бази даних вводяться відомості про значення:

–  $j$ -тих складових фактора якості будівлі ( $f_{як_j}$ ),

–  $k$ -тих елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій ( $f_{ен_{ik}}$ ),

–  $g$ -тих елементів складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами ( $f_{ен_{2g}}$ ),

–  $i$ -тих складових підгрупи факторів безпечності території ( $f_{б_{тер_i}}$ ),

–  $z$ -тих складових підгрупи факторів безпечності власне будівлі ( $f_{б_{буд_z}}$ ),

–  $p$ -тих складових підгруп факторів екологічності зовнішнього середовища будівлі ( $f_{екол_1p}$ ) та внутрішнього середовища будівлі ( $f_{екол_2}$ )

(рис. 7.10).

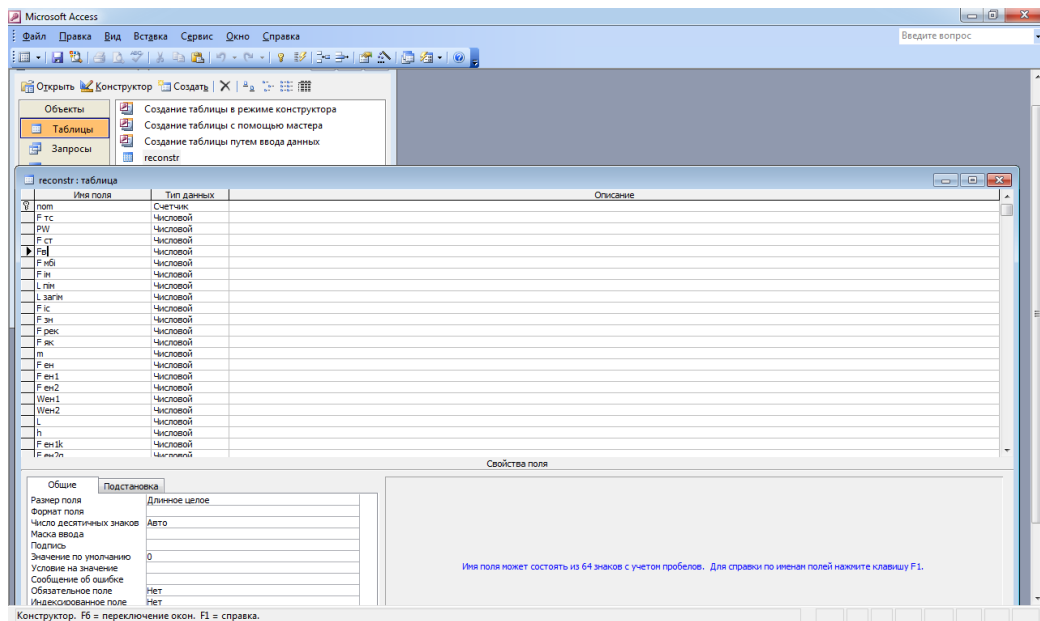


Рисунок 7.10 – Створення таблиці для введення вихідних даних

Інформація вводиться за групами, що відповідають назві закладок у формі для введення та зміни даних (рис. 7.11).

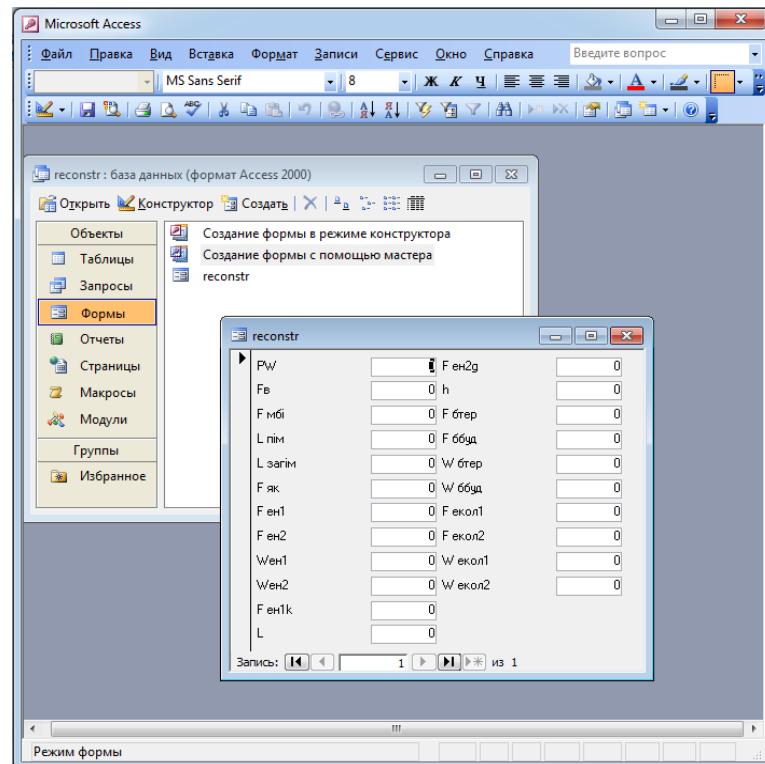


Рисунок 7.11 – Введення до бази даних вихідної інформації щодо значень складових факторів

Також до бази даних вводяться значення: коефіцієнта вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій  $w_{ен_1}$ , коефіцієнта вагомості складової фактора енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами  $w_{ен_2}$ , коефіцієнта вагомості складової фактора безпечності території  $w_{б_тер}$ , коефіцієнта вагомості складової фактора безпечності будівлі  $w_{б_буд}$ , коефіцієнта вагомості складової фактора екологічності зовнішнього середовища будівлі  $w_{екол_1}$ , коефіцієнта вагомості складової фактора екологічності внутрішнього середовища будівлі  $w_{екол_2}$  із можливістю зміни цих даних.

На основі введених вихідних даних розраховуються значення визначальних факторів (за формулами, наведеними в розділі 4):

- фактора технічного стану ( $f_{тс}$ ),
- фактора стисненості території об'єкту реконструкції ( $f_{ст}$ ),
- фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{ім}$ ),
- фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{іс}$ ),
- фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ),
- фактора безпечності будівлі ( $f_{б}$ ),
- фактора енергоефективності будівлі ( $f_{ен}$ ),
- фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ ),

які потім використовуються для розрахунку прогнозованих тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення за допомогою моделей, наведених у розділах 5 та 6.



Результати розрахунку прогнозованих тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення представлені у звіті про одержані результати, форма якого наведена на рис. 7.12.

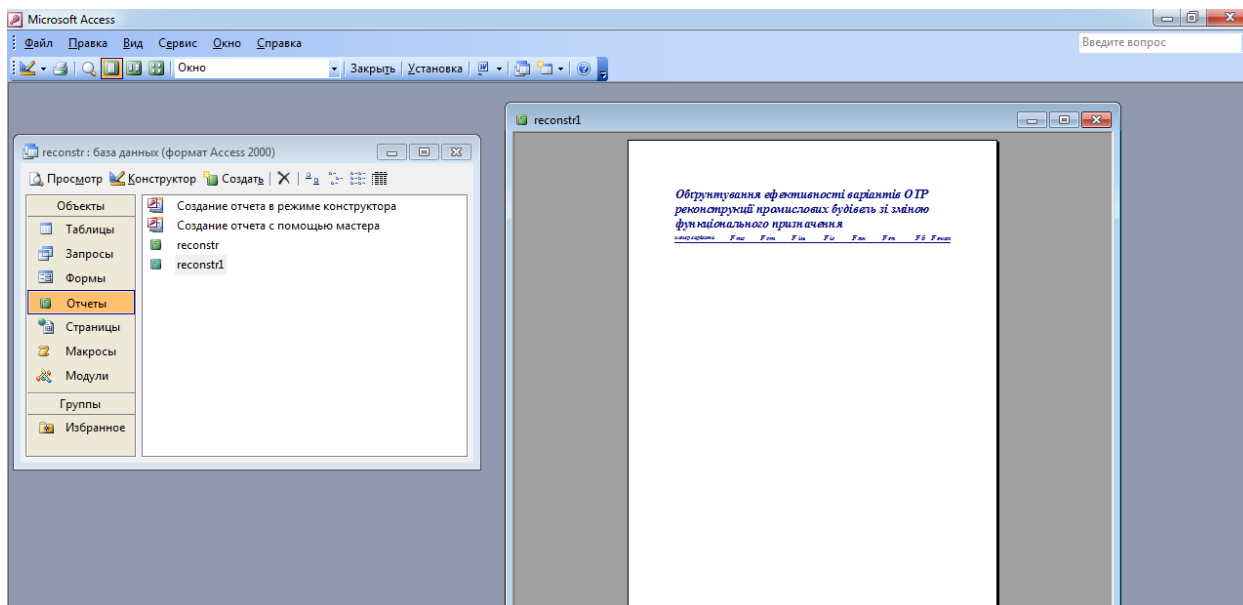


Рисунок 7.12 – Форма звіту про результати розрахунку тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення

Отримані розрахункові значення тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення можна, для зручності користування даними, відсортувати за зростанням.

За результатами виконаних розрахунків здійснюється виведення значень прогнозованих тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення (рис. 7.13).

Розроблений програмний продукт на основі створеної бази даних може бути вдосконалений відповідно до потреб користувача/замовника та переліку вирішуваних завдань.

Microsoft Access

Файл Правка Вид Сервіс Окно Справка

Введіть запит

100%

Закрити Установки

reconstr1

**Обґрунтування ефективності варіантів ОТР  
реконструкції промислових будівель зі зміною  
функціонального призначення**

<i>N</i>	<i>F<sub>тс</sub></i>	<i>F<sub>ст</sub></i>	<i>F<sub>ім</sub></i>	<i>F<sub>іс</sub></i>	<i>F<sub>як</sub></i>	<i>F<sub>ен</sub></i>	<i>F<sub>б</sub></i>	<i>F<sub>екол</sub></i>	<i>T</i>	<i>C</i>
1	0,7	0,5	0,2	0,2	0,8	0,7	0,81	0,54	14	14096

Страница: 1

Готово

Рисунок 7.13 – Виведення прогнозованих значень тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення

Застосування такого програмного продукту при вирішенні завдання обґрунтування організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення дозволить суттєво скоротити витрати часу, зменшити трудомісткість і підвищити рівень оперативності надання оброблених даних для подальшого прийняття рішень.

Розроблений програмний продукт може бути використаний замовниками, інвесторами, підрядниками, органами державного управління та місцевого самоврядування, а також іншими учасниками інвестиційно-будівельного процесу для обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною

функціонального призначення.

Ефективність і практична цінність отриманих результатів дослідження та розроблених на їх основі рекомендацій підтверджена апробацією і впровадженням у проектних та будівельних організаціях.

Запропонований методичний підхід до обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення та його програмна реалізація апробовані в діяльності Комунальної організації «Інститут Генерального плану м. Києва» при проектуванні детальних планів територій комплексної реконструкції мікрорайонів застарілої забудови з розміщенням нової забудови, а також окремих об'єктів міста Києва (додаток Б).

Отримані результати застосовані Приватним акціонерним товариством «Науково-виробниче об'єднання «Созидатель» при оцінюванні інвестиційної привабливості проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. Запропоновані залежності тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення від визначальних організаційно-технологічних факторів використані для аналізу проектних рішень та оцінювання потреби в інвестиційних ресурсах. Використання цих результатів дозволить скоротити терміни реконструкції на 5–7 %, знизити вартість робіт на 3–5 % завдяки вибору раціональних організаційно-технологічних рішень (додаток Б).

Результати дослідження використані Товариством з обмеженою відповідальністю «Виробничо-комерційне підприємство «ПРОММОНТАЖ-РЕКОНСТРУКЦІЯ». Розроблені пропозиції щодо прогнозування показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення з урахуванням комплексного впливу факторів, що відображають вимоги до об'єктів реконструкції, характеризують рівень стисненості території і визначають специфіку виконання будівельних робіт, добре адаптовані до

оцінювання стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах, застосовувались для варіантного проектування та обґрунтування інвестиційних проектів, розроблення і оцінювання пропозицій при проведенні підрядних торгів. Зазначені пропозиції є надійним інструментом прийняття рішень на різних етапах організаційно-технологічного проектування, оскільки дозволяють більш об'єктивно визначити способи вирішення завдання організації реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення завдяки відповідності конкретним умовам виконання робіт і можливості оперативного регулювання показників у разі зміни динаміки інвестицій, умов постачання ресурсів, ринкової кон'юнктури (додаток Б).

Отримані результати застосовані управлінням містобудування та архітектури Кам'янської міської ради при коригуванні генерального плану м. Кам'янське Дніпропетровської області. Запропоновані рекомендації щодо обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень дають можливість прийняти дієві раціональні рішення на ранніх етапах реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, зокрема під житлову та громадську забудову (додаток Б).

Також результати дослідження впроваджено в навчальний процес Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» при підготовці магістрів та аспірантів зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (додаток Б).

## **Висновки до розділу 7**

1. На основі виконаних досліджень, які враховують організаційно-управлінські аспекти проектування та реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, розроблено методику обґрунтування і вибору ефективних організаційно-технологічних рішень із урахуванням

впливу визначальних факторів, прийнятного рівня ризику, умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

2. Розроблено програмний продукт, що дає можливість при проектуванні нових та реконструкції існуючих промислових будівель, розташованих поруч зі схилами, виконувати розрахунки стійкості методами Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Маслово-Берера («класичним» і «гідростатичним»), Г. М. Шахунянца, А. Г. Дорфмана. Запропонований програмний продукт дає можливість цими методами виконувати розрахунки стійкості схилів; споруд, розташованих на схилах; враховувати ефект армування укосів; розраховувати коефіцієнти стійкості армованих укосів: при розриві армуючого прошарку, при втраті міцності контакту між арматурою і ґрунтом, при розриві армуючого прошарку та втраті міцності контакту між арматурою і ґрунтом; розраховувати вплив фільтраційного потоку за наявності хвильової дії при розрахунках стійкості схилу. Все це дає можливість достатньо широко застосовувати цей програмний комплекс у сучасній практиці будівництва та реконструкції.

3. Розроблено алгоритм розрахунку, з заданою ймовірністю, інтервалу значень коефіцієнта стійкості будівлі, розташованої на вершині схилу. Для цього застосовувались: метод планування експерименту, кореляційний і регресійний аналіз, класичні методи розрахунку стійкості.

4. В зв'язку з тим, що в умовах мінливого зовнішнього середовища адекватна реальним умовам концепція вимірювання ризику не повинна ґрунтуватися на класичних принципах статистичної ймовірності, які передбачають можливість повторення подій в одних і тих же умовах необмежену кількість разів, то для вимірювання рівня ризику в діяльності будівельних організацій повинні бути використані спеціальні інструменти вимірювання, а саме: спеціальні шкали, показники, алгоритми. Разом із тим звужується сфера застосування таких показників, як, наприклад, математичне очікування, оскільки в умовах мінливого зовнішнього середовища залежності, які досить адекватно відображають реальну ситуацію, вкрай

рідко задовольняють найпростішим співвідношенням, що лежить в основі лінійних моделей. Таким чином, пропонується комплексний показник оцінки рівня ризику проекту при прийнятті організаційно-технологічних рішень в умовах мінливого зовнішнього середовища на основі теорії вимірювань.

5. Розроблена методика оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень дозволяє одержувати кількісні оцінки прогнозних значень тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення в залежності від впливу множини організаційно-технологічних, технічних і управлінських факторів.

6. Запропонована методика призначена для використання замовниками, інвесторами, підрядниками проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення (промислово-складських будівель підприємств переважно легкої і харчової промисловості, друкарень тощо; переважно одноповерхових; площею 900–4000 м<sup>2</sup>; з цегляними несучими стінами або самонесучими стінами зі збірних легкобетонних панелей; переважно прямокутної форми у плані) для прогнозування тривалості і вартості реконструкції.

7. Апробація розробленого методичного підходу до оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективних організаційно-технологічних рішень із виконання будівельних робіт в діяльності проектно-будівельних організацій при організаційно-технологічному проектуванні реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення підтвердила її адекватність досліджуваному процесу.

8. Основні наукові результати цього розділу опубліковані в працях автора [132, 138, 144, 148, 157, 158, 207, 300, 317].

## ВИСНОВКИ

На підставі виконаних досліджень, викладених у дисертації, сформульовані та обґрунтовані наукові пропозиції, сукупність яких є теоретичним узагальненням та новим вирішенням актуальної науково-прикладної проблеми підвищення ефективності організації та управління процесом комплексної реконструкції міської забудови шляхом розроблення концепції, методів організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення на основі подальшого розвитку інструментарію оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень, що забезпечують підвищення якості реконструкції будівель і споруд при ефективному використанні ресурсів та зниженні несприятливих впливів на довкілля, завдяки врахуванню системного впливу визначальних організаційно-технологічних, технічних і управлінських чинників, що знайшло відображення в такому:

1. За результатами аналізу і узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду в галузі організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення виявлено необхідність покращення якості проектування на основі врахування умов системного впливу визначальних факторів для мінімізації негативного впливу дестабілізуючих чинників у процесі виконання будівельних робіт.

2. Для здійснення раціонального організаційно-технологічного проектування реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення пропонується застосовувати підхід, який ґрунтується на пошуку рішень, що найбільше відповідають бажаним (заданим) техніко-економічним характеристикам (показникам), на основі застосування статистичного моделювання проектів як керованих процесів. Разом із цим при виборі раціонального організаційно-технологічного

рішення доцільно враховувати вплив організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, які характеризують специфічні вимоги до якості, енергоефективності, безпечності та екологічності промислових будівель при їх реконструкції зі зміною функціонального призначення.

Оцінювання організаційно-технологічних рішень відносно цих факторів потребує відшукування раціонального значення критерію ефективності управління. Він характеризуватиме якість прийнятого рішення і представлятиме екстремальне значення цільової функції, а також слугуватиме для порівняння альтернативних варіантів і вибору найбільш раціонального з них. З позиції замовника (інвестора) в якості таких критеріїв доцільно розглядати мінімум тривалості та мінімум вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

3. Із застосуванням методу експертних оцінок визначено, систематизовано і формалізовано множину визначальних організаційно-технологічних, технічних та управлінських факторів, які відображають специфічні особливості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення та суттєво впливають на рівень досягнення заданого результату проекту, зокрема за критеріями вартості та тривалості виробництва робіт, а саме: фактор технічного стану, фактор стисненості території об'єкту, фактор насиченості території інженерними мережами та умов їх експлуатації, фактор насиченості території інженерними спорудами та умов їх експлуатації, фактор якості, фактор безпечності, фактор енергоефективності, фактор екологічності.

4. За результатами моделювання отримані статистично достовірні моделі, які засновані на врахуванні системного впливу визначальних факторів і надають кількісні оцінки рівня досягнення заданого результату на різних етапах організаційно-технологічного проектування.

Ці моделі не протирічать нормативним процедурам розроблення і затвердження проектної документації. Вони створюють передумови для формування проектних і організаційно-технологічних рішень, визначаючи



напрямки досягнення поставленої мети, а за умов наявності альтернативних варіантів є науково обґрунтованим інструментарієм вибору раціонального з них за критеріями тривалості та вартості. Застосування розробленого підходу дозволяє досягати раціональних значень прогнозованих показників у конкретних умовах виконання будівельних робіт та в межах заданих ресурсних обмежень. Оперуючи прогнозованими оцінками очікуваних результатів, інвестори мають можливість відкоригувати свої цілі та обрати найбільш раціональний варіант реалізації проекту.

Оцінювання одержаних закономірностей впливу визначальних факторів на тривалість і вартість реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення за критерієм Фішера підтвердило їх адекватність досліджуваному процесу.

5. Дістав подальший розвиток метод оцінювання, обґрунтування та вибору проектних і організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, який дозволяє досягати кращих значень прогнозованих техніко-економічних показників у межах існуючих ресурсних обмежень та вимог щодо якості, енергоефективності, безпеки і екологічності.

Основною особливістю розробленого методу є те, що, змінюючи значення факторів впливу, в межах існуючих ресурсних обмежень, отримуємо різні варіанти рішень із відповідними значеннями тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. Вибір найбільш раціонального рішення з отриманих варіантів здійснюватиме замовник (інвестор) залежно від можливостей і побажань.

6. На основі виконаних досліджень розроблено методику оцінювання умов реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення і обґрунтування ефективності організаційно-технологічних рішень із виробництва будівельних робіт при існуючих ресурсних обмеженнях із урахуванням вимог до енергоефективності, безпеки, якості

та екологічності об'єктів і прийняттого рівня ризику, адаптовану до умов стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах.

Запропонована методика призначена для використання замовниками, інвесторами, підрядниками проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

Обмеження щодо застосування її полягає в тому, що вона стосується промислово-складських будівель підприємств переважно легкої і харчової промисловості, друкарень тощо; переважно одноповерхових; площею 900–4000 м<sup>2</sup>; з цегляними несучими стінами або самонесучими стінами зі збірних легкобетонних панелей; переважно прямокутної форми у плані.

7. Результати наукових досліджень впроваджено в діяльність проектно-будівельних організацій м. Київ і м. Дніпро при варіантному проектуванні та обґрунтуванні інвестиційних проектів, розробленні і оцінюванні пропозицій при проведенні підрядних торгів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Земельний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення: 01.12.2020).
2. Про архітектурну діяльність : Закон України від 20 травня 1999 року № 687-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-14> (дата звернення: 01.12.2020).
3. Про інвестиційну діяльність : Закон України від 18 вересня 1991 року № 1560-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1560-12#Text> (дата звернення: 01.12.2020).
4. Про індустриальні парки : Закон України від 21 червня 2012 року № 5018-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5018-17> (дата звернення: 01.12.2020).
5. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28 лютого 2019 року № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 01.12.2020).
6. Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України від 17 лютого 2011 р. № 3038-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> (дата звернення: 01.12.2020).
7. Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів : Постанова Верховної Ради України від 24 грудня 1999 р. № 1359-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1359-14> (дата звернення: 01.12.2020).
8. Про затвердження Державної програми розвитку внутрішнього виробництва : Постанова Кабінету Міністрів України від 12 вересня 2011 р. № 1130. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1130-2011-п> (дата звернення: 07.08.2016).
9. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року : Постанова Кабінету Міністрів України від 6 серпня

2014 р. № 385. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/385-2014-п> (дата звернення: 01.12.2020).

10. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021–2027 роки : Постанова Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 695. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-п> (дата звернення: 01.12.2020).

11. Про затвердження Національного стандарту № 1 «Загальні засади оцінки майна і майнових прав» : Постанова Кабінету Міністрів України від 10 вересня 2003 р. № 1440. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1440-2003-п> (дата звернення: 08.12.2017).

12. Про затвердження Програми розвитку інвестиційної та інноваційної діяльності в Україні : Постанова Кабінету Міністрів України від 02 лютого 2011 р. № 389. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-2011-п> (дата звернення: 01.12.2020).

13. Про затвердження Методичних рекомендацій з експертної грошової оцінки земельних ділянок : Наказ Державного комітету України по земельних ресурсах від 12 листопада 1998 р. № 118. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0118219-98> (дата звернення: 12.04.2017).

14. Про затвердження Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року : Рішення Київської міської ради від 15 листопада 2011 р. № 824/7060. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MR111604> (дата звернення: 01.12.2020).

15. ДБН А 3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва [Чинний від 2017-01-01]. Київ : Мінрегіон України, 2016. 54 с.

16. ДБН А.3.2-2-2009 (НПАОП 45.2-7.02-12). Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення [Чинний від 2012-04-01]. Київ : НДІБВ, 2009. 116 с.

17. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій [Чинний від 2019-10-01]. Київ : Мінрегіон України, 2019. 177 с.

18. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Чинний від 2017-06-01]. Київ : Мінрегіон України, 2017. 41 с.

19. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення [Чинний від 2017-10-01]. Київ : Мінрегіон України, 2017. 23 с.
20. ДБН В.1.2-12-2008. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки [Чинний від 2009-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 34 с.
21. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд [Чинний від 2019-01-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с.
22. ДСТУ 8855:2019. Визначення класу наслідків (відповідальності) [Чинний від 2019-12-01]. К., 2019. 13 с.
23. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів [Чинний від 2014-01-01]. К., 2014. 30 с.
24. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд [Чинний від 2017-04-01]. К., 2017. 68 с.
25. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва [Чинний від 2014-01-01]. К.: Мінрегіон України, 2013. 88 с.
26. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану [Чинний від 2017-04-01]. К., 2017. 43 с.
27. СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків. Київ : Мінжитлокомунгосп України, 2009. 46 с.
28. Адлер О. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений. Москва: Наука, 1969. 279 с.
29. Антипенко Е. Ю., Доненко В. И. Принципы анализа капитальных вложений : монография. Запорожье : Фазан; Дикое Поле, 2005. 420 с.

30. Антипенко Є. Ю. Науково-акомодативні засади ресурсно-календарного моделювання будівельного виробництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.23.08. Київ, 2011. 40 с.

31. Аридова С. В., Белых Т. В., Кобзев Е. В. Технико-экономическое обоснование реконструкции промышленных объектов на основании расчета показателей физического износа. *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. 2016. № 8 (18). С. 37–43.

32. Арутюнян І. А. Наукові основи будівельної логістики : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.23.08. Київ, 2017. 36 с.

33. Асаул А. Н., Карасев А. В. Экономика недвижимости. Москва : МИКХиС, 2001. 322 с.

34. Беленченко І. В. Математичні методи та інструментальні засоби розв'язання багатовимірних задач розподілу ресурсів проектів будівництва в умовах невизначеності : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.13.22. Харків, 2010. 20 с.

35. Белоконь А. И., Левчинский Д. Л. Переустройство организаций в направлении создания проектно-ориентированных систем. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2005. № 6. С. 212–215.

36. Белоконь А. И., Левчинский Д. Л. Управление изменениями и качеством в инвестиционных строительных компаниях. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2004. № 10. С. 11–18.

37. Белоконь А. И., Маланчий С. А., Коцюба Т. В. Управление заинтересованными сторонами в окружении проекта. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 4. С. 64–72.

38. Белоконь А. И. Организационно-технологические аспекты обоснования качественного и количественного состава строительных машин для реконструкции : автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра техн. наук : 08.06.01. Харьков, 1998. 34 с.

39. Беляков Ю. И., Снежко А. П. Реконструкция промышленных предприятий. Киев : Высш шк., 1998. 256 с.
40. Березина С. В. Системы екологічного управління : довідниковий посібник з впровадження міжнародних стандартів серії ISO 14000. Київ : Aiva Plus Ltd, 2009. 62 с.
41. Беринский И. И., Николаев В. П. Вычислительная техника и проектирование технологии и организации строительства. Львов : Выща шк., 1994. 251 с.
42. Беспалова А. В. Моделирование подсистем в автоматизованных системах управления строительством : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.13.06. Одеса, 2002. 19 с.
43. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. Москва : Статистика, 1980. 263 с.
44. Боброва А., Грищенко М. «Робіть платформи, а не продукти». Ментори MetaLab про ревіталізацію старих заводів. URL: <https://mistosite.org.ua/articles/robit-platformy-a-ne-produkty-mentory-metalab-pro-revitalizatsiiu-starykh-zavodiv> (дата звернення: 13.01.2021).
45. Большаков В. И., Кравчуновская Т. С., Броневицкий С. П. Планирование строительства доступного жилья в генеральных планах крупных городов (на примере г. Киева) : монография. Днепропетровск : ПГАСА, 2015. 146 с.
46. Большаков В. И., Разумова О. В. Использование сталеі повышенной прочности в новом высотном строительстве и реконструкции. Днепропетровск : Пороги, 2008. 214 с.
47. Борщук Є. М. Основи теорії стійкого розвитку еколого-економічних систем : монографія. Львів : Растр-7, 2007. 436 с.
48. Бродач М., Имз Г. Рынок зеленого строительства в России. *Здания высоких технологий*. 2013. Зима. С. 18–29. URL: [http://zvt.abok.ru/upload/pdf\\_articles/42.pdf](http://zvt.abok.ru/upload/pdf_articles/42.pdf).

49. Броневицкий А. П., Каржинерова А. Г. Способы восстановления фундаментов при реконструкции зданий. *Комунальне господарство міст*. 2015. Вип. 120. С. 39–44.

50. Броневицкий А. П. Анализ архитектурно-конструктивных особенностей промышленных зданий, что підлягають ревіталізації. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. 2015. Вип. 30. С. 165–171.

51. Броневицкий С. П. Развитие организационно-технологических основ строительства доступного жилья с учетом особенностей территорий больших городов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / ДВНЗ «Придніпр. держ. акад. буд-ва та арх-ри». Дніпропетровськ, 2015. 383 с.

52. Бурган Б., Билык А. Сравнительный анализ стоимости многоэтажных коммерческих зданий. Киев : НПП «Интерсервис», 2015. 78 с.

53. В Днепре презентовали проект индустриального парка. URL: <http://dnepr.comments.ua/news/2018/05/22/120056.html> (дата звернення: 08.06.2018).

54. «Вінниця-2020»: компактное місто із «зелеными зонами» вздовж Бугу. URL: [www.vinnitsa.info/news/vinnitsya-2020-kompaktne-misto-iz-zelenimi-zonami-vzdovzh-bugu.html](http://www.vinnitsa.info/news/vinnitsya-2020-kompaktne-misto-iz-zelenimi-zonami-vzdovzh-bugu.html) (дата звернення: 10.08.2017).

55. Внесення змін до генерального плану розвитку міста Дніпропетровська: основні положення. URL: <https://dniprorada.gov.ua/upload/editor/dnipropetrovsk-op-2015-2018.pdf> (дата звернення: 19.03.2019).

56. Галінський О. М., Вахович І. В., Молодід О. О. Вплив показників діяльності будівельної галузі на споживання та випуск окремих будівельних матеріалів. *Будівельне виробництво*. 2014. № 56. С. 3–6.

57. Галушко В. О. Технологічні основи інновацій при ремонті і відновленні будівель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Одеса, 2013. 39 с.



58. Ганиев К. Б. Совершенствование организации реконструкции и расширения промышленных предприятий : автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра техн. наук : 05.23.08. Москва, 1991. 36 с.

59. Генеральний план м. Кисва. Основні положення / Броневицький С., Присяжнюк В., Дьомін М., Целовальник С., Куделін А., Нечаєва Т. Київ : КМДА, 2015. 134 с.

60. Генеральний план м. Запоріжжя. URL: <https://zr.gov.ua/uk/page/generalnij-plan> (дата звернення: 01.12.2020).

61. Генеральний план м. Кривий Ріг. URL: [https://kr.gov.ua/ua/st/pg/190813386916901\\_s/](https://kr.gov.ua/ua/st/pg/190813386916901_s/) (дата звернення: 01.12.2020).

62. Генеральний план м. Одеса. URL: <https://omr.gov.ua/ua/city/departments/uag/generalniy-plan-g-odessi/> (дата звернення: 01.12.2020).

63. Гинзбург Л. К. Противооползневые сооружения : монография. Днепропетровск : ЧП «Лири ЛТД», 2007. 188 с.

64. Головки С. И. Устройство, эксплуатация и техническая реабилитация фундаментов в сложных условиях при плотной застройке. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. 2013. Вып. 67. С. 101–106.

65. Гончаренко Д. Ф. Методы формирования инженерной подготовки реконструкции промышленных предприятий : автореф. дисс... доктора техн. наук : 05.23.08. Москва, 1992. 34 с.

66. Гончаренко Д. Ф., Вевелер Х., Алейникова А. И. Эксплуатация, ремонт и восстановление трубопроводов водоснабжения. Харьков : Раритеты Украины, 2015. 280 с.

67. Гончаренко Д. Ф., Карпенко Ю. В., Меерсдорф Е. И. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий : монография. Киев : А+С, 2013. 128 с.

68. Гончаренко Д. Ф. Организационно-технологические системы надежности временных параметров реконструкции предприятий машиностроения. Киев : УМК ВО, 1990. 53 с.

69. Гончаренко Д. Ф., Чибаров Д. В. Ремонт и восстановление фасадов исторических зданий города Харькова. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2017. Вип. 174. С. 60–70.

70. Гончаренко Д. Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения : монография. Харьков : Консум, 2008. 399 с.

71. Гончаренко С. Н., Сачивка В. Д. Системный анализ факторов, определяющих способ прокладки городских инженерных коммуникаций. *Программные продукты и системы*. 2011. № 2. С. 94–97.

72. Городок Н. В. Щодо визначення поняття «якість будівельних робіт». *Університетські наукові записки*. 2008. № 2. С. 128–131. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Unzap\\_2008\\_2\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Unzap_2008_2_24) (дата звернення: 01.06.2016).

73. Горячев О. М., Прыкина Л. В. Особенности возведения зданий в стесненных условиях. Москва : Academia, 2003. 272 с.

74. Грабовець О. М. Дослідження розвитку зсувів на території України. *Будівельні конструкції*. 2016. Вип. 83, кн. 1. С. 292–298.

75. Грабовський І. С. Механізм управління ризиками інвестиційних проектів на підприємствах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : 08.06.01. Дніпропетровськ, 2003. 18 с.

76. Грибанов Д. Д. Общая теория измерений : монография. Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. 116 с.

77. Григоровський П. Є. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Харків, 2019. 38 с.

78. Гупало О. Ю. Методика обоснования технико-экономических показателей инвестиционных строительных проектов по возведению

жилищно-гражданских объектов на стадии предпроектного анализа : дисс. ... канд. техн. наук : 05.13.22 / Приднепр. гос. акад. стр-ва и арх.-ры. Днепропетровск, 2000. 175 с.

79. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительного производства. Москва : Стройиздат, 1974. 252 с.

80. Гусаков А. А. Системотехника в строительстве. Москва : Стройиздат, 1993. 439 с.

81. Давыдов В. А., Конторчик А. Я., Шевченко В. А. Монтаж конструкций реконструируемых промышленных предприятий. Москва : Стройиздат, 1987. 208 с.

82. Давыдов В. А. Научно-методологические принципы обоснования организационно-технологических решений реконструкции промышленных зданий : автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра техн. наук : 05.23.08. Санкт-Петербург, 1992. 60 с.

83. Дадиверина Л. Н. Совершенствование методов оценки реализуемости строительных проектов в условиях заданных ограничений (на примере жилищного строительства) : дисс. ... канд. техн. наук : 05.13.22 / Приднепр. гос. акад. стр-ва и арх.-ры. Днепропетровск, 2002. 195 с.

84. Данкевич Н. О. Імітаційна модель вибору організаційно-технологічних рішень будівельних проектів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.23.08. Київ, 2020. 22 с.

85. Державна служба статистики України. Статистична інформація. Промисловість. Виробництво промислової продукції за видами. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper\\_new.html](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper_new.html) (дата звернення: 16.01.2021).

86. Державна служба статистики України. Статистична інформація. Діяльність підприємств. Фінансові результати підприємств до оподаткування. Фінансові результати підприємств до оподаткування за видами промислової діяльності. URL: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua) (дата звернення: 10.08.2017).

87. Державна служба статистики України. Статистична інформація. Промисловість. Індекси промислової продукції за видами діяльності. URL: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua) (дата звернення: 10.08.2020).

88. Джоунс К. Д. Сооружения из армированного грунта. Москва : Стройиздат, 1989. 280 с.

89. Добре забуте старе: 10 прикладів перетворення промзон. URL: <http://pb.platfor.ma/10-adaptive-reuse-examples/> (дата звернення: 10.11.2017).

90. Долгова Н. Г. Методи та інструментальні засоби управління девелоперськими проектами на передінвестиційній стадії : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.13.22. Харків, 2012. 20 с.

91. Доненко В. І., Іщенко О. Л., Вакулюк Я. Є. BIM-технології як метод оптимізації використання ресурсів в будівельній галузі. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2019. Вип. 41. С. 141–147.

92. Доненко В. І. Теоретико-методологічний комплекс забезпечення адаптивного розвитку будівельних організацій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.23.08. Київ, 2011. 40 с.

93. Дорфман А. Г. Вариационный метод исследований устойчивости откосов. *Вопросы геотехники*. 1965. № 9. С. 17–25.

94. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. Санкт-Петербург : Питер, 1997. 240 с.

95. Екологічна безпека територій: колективна монографія / Адаменко Я. О., Адаменко О. М., Архипова Л. М. та ін. ; за ред. О. М. Адаменка та Я. О. Адаменка. Івано-Франківськ : Голіней, 2014. 361 с.

96. Елисеєва І. І., Юзбашев М. М. Общая теория статистики : учебник. Москва : Финансы и статистика, 1996. 368 с.

97. Ершова Н. М., Деревянко В. Н., Тимченко Р. А., Шаповалова О. В. Обработка данных средствами Excel при планировании эксперимента. Днепропетровск : ПГАСА, 2012. 351 с.

98. Ершова Н. М., Скрипник В. П. Экономико-математические методы и модели принятия решений в условиях определенности, неопределенности и риска : монография. Днепропетровск : ПГАСА, 2011. 350 с.

99. Європейська хартія міст II. URL: [www.slg-coe.org.ua/wp-content/uploads/2015/05/Principle-9.-European-chart.pdf](http://www.slg-coe.org.ua/wp-content/uploads/2015/05/Principle-9.-European-chart.pdf) (дата звернення: 10.08.2017).

100. Єріна А. М., Пальян З.О. Теорія статистики : практикум. Київ : Знання, 1997. 325 с.

101. Єсипенко А. Д. Методи аналізу організаційних і інженерно-технологічних рішень при забезпеченні надійності будівель і споруд. *Нові технології в будівництві*. 2005. № 1(9). С. 69–71.

102. Єсипенко А. Д. Наукові основи забезпечення надійності і безпечної експлуатації будівель та споруд : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-а техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 2007. 40 с.

103. Єсипенко А. Д. Принципи формування системи утримання та ремонту будинків, споруд та інженерних мереж. *Будівництво України*. 2006. № 1. С. 36–38.

104. Завадскас Э. К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве. Вильнюс : Мокслас, 1987. 212 с.

105. Залунин В. Ф., Тянь Р. Б. Проблемы управления строительством в условиях рынка. Днепропетровск: Наука і освіта, 1990. 96 с.

106. Запотоцький С., Левицька О. Ревіталізація промислових об'єктів міста (на прикладі м. Івано-Франківська). *Часопис соціально-економічної географії*. 2016. № 2 (21). С. 102–106.

107. Заяць Є. І., Дадіверіна Л. М., Мартиш О. О. Фактори виникнення відмов у процесі будівництва. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. № 3. С. 29–35.

108. Заяць Є. І., Єпіфанцева С. В. Особливості формування вартості житла. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. 2013. Вып. 69. С. 192–196.

109. Заяць Є. І. Методологічні принципи обґрунтування організаційно-технологічних рішень зведення висотних багатофункціональних комплексів : дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / ДВНЗ «Придніпр. держ. акад. буд-ва та арх-ри». Дніпропетровськ, 2015. 391 с.

110. Заяць Є. І., Млодецький В. Р., Ткач Т. В., Мартиш О. О. Методи забезпечення управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва. Дніпро : Акцент-ПП, 2019. 148 с.

111. Заяць Є. І., Трифонов І. В., Броневицький С. П., Єпіфанцева С. В. Обґрунтування вартості будівництва житла з урахуванням чинника інвестиційної привабливості територій. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпропетровськ: ПДАБА, 2015. № 11. С. 31–37.

112. Зрушені землі столиці. Дослідження зсувонебезпечних процесів на території Києва. URL:  
<http://www.nas.gov.ua/UA/Messages/news/Pages/View.aspx?MessageID=3001>  
(дата звернення: 10.02.2020).

113. Индустриальный парк в Днепре: кто, зачем и за сколько хочет его построить. URL: <https://dengi.informator.ua/2018/02/20/industrial-ny-j-park-v-dnepre-kto-zachem-i-za-skol-ko-hochet-ego-postroit/> (дата звернення: 08.06.2018).

114. Интроспективный анализ. Методы и средства экспертного оценивания : монография / В. В. Крючковский, Э. Г. Петров, Н. А. Соколова, В. Е. Ходаков; под ред. Э. Г. Петрова. Херсон : Гринь Д.С., 2011. 168 с.

115. Інвестиційні об'єкти. URL: <https://www.invest-lvivregion.com/store.php> (дата звернення: 14.02.2017).

116. Індустріальні парки України. URL: <https://industrial-parks.com.ua/> (дата звернення: 16.01.2021).

117. Індустріальний парк BIONIC HiLL. URL: <https://industrial-parks.com.ua/industrialnyu-park-bionic-hill> (дата звернення: 16.01.2021).

118. Індустріальний парк Innovation Forpost. URL: <https://industrial-parks.com.ua/industrialnyy-park-innovation-forpost> (дата звернення: 16.01.2021).

119. Інноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проектів : монографія / С. А. Ушацький, В. О. Поколенко, О. А. Тугай та ін.; за ред. В. О. Поколенка. Київ : Вид-во Європ. ун-ту, 2008. 208 с.

120. Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. 2014 рік: Економічні підсумки для України. URL: [http://www.ier.com.ua/files//Regular\\_products/Economic\\_Summary/ES\\_2014\\_ukr.pdf](http://www.ier.com.ua/files//Regular_products/Economic_Summary/ES_2014_ukr.pdf) (дата звернення: 16.01.2021).

121. Ісаєнко Ю. В. Організаційні підходи до скорочення непродуктивних витрат в будівництві : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.23.08. Київ, 2008. 20 с.

122. Іщенко О. С., Доненко В. І., Марченко М. П. Особливості формування вибору організаційно-технологічних рішень реконструкції діючих промислових підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 5. С. 37–42.

123. Карапузов Є. К. Технологічні основи підвищення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Одеса, 2013. 38 с.

124. Карта індустріальних парків в Україні. URL: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?ll=48.37184183635405%2C30.866442906250086&z=6&mid=1W392q1SewX7g66rq1LJKeVDCToE> (дата звернення: 16.01.2021).

125. Киевский И. Л. Влияние организационно-технических факторов на реализацию продукции жилищного строительства : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. техн. наук : 05.23.08. Москва, 2003. 22 с.

126. Кирнос В. М. Научно-методологические основы организационно-технологического регулирования продолжительности и стоимости

реконструкции промышленных предприятий : дисс. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / Харьковск. гос. техн. ун-т стр-ва и арх-ры. Харьков, 1994. 351 с.

127. Киселев А. А., Гусакова Е. А., Беляев А. В. Организация строительного переустройства территории в условиях стесненной городской застройки. *Вестник МГСУ*. 2011. № 8. С. 430–433.

128. Кірнос О. І. Організаційно-технологічні аспекти обґрунтування ціни на будівельну продукцію : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 1993. 17 с.

129. Клованич С. Ф. Программа «Concord» для решения геотехнических задач методом конечных элементов. *Вісник Одеського національного морського університету*. 2003. Вип. 10. С. 39–46.

130. Кобелева С. А. Критерии для оценки экологической эффективности зданий. *Строительство и реконструкция*. 2013. № 5 (49). С. 47–52.

131. Кобелева С. А. Сценарии развития жилищного строительства с учётом влияния экологических факторов. *Строительство и реконструкция*. 2013. № 3 (47). С. 33–38.

132. Ковалев В. В., Кирнос О. В. Современные подходы к предварительной оценке инвестиционно-строительных проектов с учетом стохастичности процессов. *Нові технології в будівництві*. Київ : НДІБВ, 2018. № 34. С. 39–42.

133. Ковальов В. Аналіз сучасної практики організації та управління реконструкцією промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення. *Theoretical Foundations of Civil Engineering*. Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2017. Vol. 24. P. 63–70.

134. Ковальов В. В., Броневицький С. П. Планування заходів щодо модернізації промислових об'єктів при комплексній реконструкції міської забудови. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. Київ : Тавр. нац. ун-т ім. В. І. Вернадського, 2018. Т. 29 (68), № 2. С. 320–323.



135. Ковальов В. В., Броневицький С. П., Протасова Є. В. Розвиток будівельного комплексу з урахуванням завдань ревіталізації та реконструкції деградованих об'єктів. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2019. № 1. С. 19–32. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.260319.19.402>.

136. Ковальов В. В., Броневицький С. П. Розвиток об'єктів громадського обслуговування при редевелопменті промислових територій. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Стародубовские чтения*. Днепр : ГВУЗ «Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры», 2018. Вып. 104. С. 160–165.

137. Ковальов В. В., Данилова Т. В., Спіфанцева С. В. Систематизація організаційно-технологічних та інших факторів, які впливають на вартість будівництва об'єктів, з урахуванням вимог щодо їх енергоефективності і екологічності. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2018. № 6. С. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.261218.57.448>.

138. Ковальов В. В. Дослідження впливу визначальних факторів на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. Серія: Технічні науки*. Київ : КНУБА, 2020. Вип. 43. С. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2020.43.23-31>.

139. Ковальов В. В. Кластерний підхід до організації управління проектами реконструкції промислових підприємств. *Науковий вісник будівництва*. Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2018. Т. 91, № 1. С. 100–107. DOI: [10.29295/2311-7257-2018-91-1-100-107](https://doi.org/10.29295/2311-7257-2018-91-1-100-107).

140. Ковальов В. В., Кравчуновська Т. С., Данилова Т. В., Спіфанцева С. В. Формування вимог до об'єктів будівництва протягом їх повного життєвого циклу. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Київ : КНУБА, 2019. Вип. 39, ч. 1. С. 179–186.

141. Ковальов В. В., Кулещак З. П. Специфіка редевелопменту нераціонально використовуваних промислових територій. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2017. № 5. С. 69–74.

142. Ковальов В. В., Мороз П. В. Організація ревіталізації промислових будівель. *Проблеми будівництва, водокористування та екології* : тези доп. Всеукр. 79 наук.-практ. конф. студ. та молод. вчених, 25–31 березня 2019 р. Дніпро : Дніпровськ. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2019. С. 74–75.

143. Ковальов В. В. Науково обґрунтований підхід до економічної та соціально прийнятної реконструкції депресивних промислових територій і підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2018. № 3. С. 74–80. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.250918.74.199>.

144. Ковальов В. В. Обґрунтування доцільності функціонального переосвоєння територій великих міст. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2017. № 4. С. 71–76.

145. Ковальов В. В. Організація модернізації транспортно-дорожньої інфраструктури при комплексній реконструкції міської забудови. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2018. Т. 92, №. 2. С. 167–172. DOI: 10.29295/2311–7257–2018–92–2–167–172.

146. Ковальов В. В. Принципи формування множини факторів, які впливають на техніко-економічні показники проектів реконструкції промислових підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2017. № 6. С. 72–77.

147. Ковальов В. В. Розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури при реконструкції промислових підприємств. *Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві* : тези доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф., 21–22 березня 2018 р. Харків : ФОП Бровін О.В., 2018. С. 23–24.

148. Ковальов В. В. Розроблення програмного комплексу розрахунку стійкості розташованих поруч зі схилами промислових будівель для їх реконструкції. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2020. № 1. С. 49–58. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.49.610>.

149. Ковальов В. В. Теоретичні аспекти організації реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення. *Ефективні технології в будівництві* : тези доп. III Міжнар. наук.-техн. конф., 28–29 березня 2018 р. Київ : Видавництво Ліра-К, 2018. С. 83–84.

150. Ковальов В. В. Чинники, що характеризують особливості виробництва робіт в умовах реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. *Інноваційні технології у будівництві, цивільній інженерії та архітектурі* : тези доп. XVIII Міжнар. наук.-практ. конф., 26 листопада 2020 р. Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2020. С. 78–79.

151. Кологривова Л. Б., Молодкин С.А. Комплекс энергосберегающих решений при проектировании многоэтажных жилых зданий. *Промышленное и гражданское строительство*. 2006. № 10. С. 51–53.

152. Конторчик А. Я. Обоснование выбора методов монтажа промышленных зданий в условиях реконструкции действующих предприятий : дисс. ... канд. техн. наук : 05.23.08 / Приднепр. гос. акад. стр-ва и арх-ры. Днепропетровск, 1990. 171 с.

153. Концептуальные основы региональной политики развития комплексной реконструкции объектов жилой недвижимости с максимальным использованием существующих зданий и инфраструктуры городских территорий : монография / В. М. Кирнос, В. Г. Андреев, Е. П. Уваров и др.; под общ. ред. В. М. Кирноса. Днепропетровск : Наука і освіта, 2010. 121 с.

154. Концепция Генплана-2030. URL: <https://gorod.dp.ua/archi/?pageid=874> (дата звернення: 10.08.2017).

155. Кориневская В. Ю. Экологическая экспресс-оценка качества городской среды. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. Одеса: ОДЕУ, 2010. Вип. 9. С. 41–48.

156. Кравчуновская Т. С., Заяц Е. И., Епифанцева С. В. Методические подходы к оценке объектов недвижимости при комплексной реконструкции и вторичной застройке жилых микрорайонов. *Містобудування та територіальне планування*. Київ : КНУБА, 2013. Вип. 48. С. 222–226.

157. Кравчуновська Т. С., Броневицький С. П., Ковальов В. В., Заяць Є. І. Особливості реконструкції промислових підприємств із урахуванням містобудівної цінності території. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Создание высокотехнологических экокомплексов в Украине на основе концепции сбалансированного (устойчивого) развития*. Днепр : ГВУЗ «Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры», 2017. Вып. 99. С. 101–106.

158. Кравчуновська Т. С., Броневицький С. П., Разумова О. В., Ковальов В. В. Аналіз ресурсів для потенційної вторинної забудови та комплексної реконструкції міських територій. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения*. Днепропетровск : ГВУЗ «ПГАСА», 2016. Вып. 91. С. 70–76.

159. Кравчуновська Т. С., Ковальов В. В., Броневицький С. П., Нечепуренко Д. С. Реконструкція промислових підприємств із застосуванням прогресивних організаційних форм. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2018. № 1. С. 19–26. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.170118.19.36.

160. Кравчуновська Т. С. Розвиток наукових основ організаційно-технологічного проектування комплексної реконструкції житлової забудови : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 2011. 33 с.

161. Кравчуновська Т. С., Сєдін В. Л., Ковальов В. В. Обґрунтування доцільності реконструкції будівель промислових підприємств на основі концепції сталого розвитку міст. *Ефективні технології в будівництві* : тези доповідей II Міжнар. наук.-техн. конф., 6–7 квітня 2017 р. Київ : Видавництво Ліра-К, 2017. С. 124–125.

162. Крижановская Н. Я., Вотинов М.А. Принципы гуманизации архитектурно-градостроительной инфраструктуры в крупнейших городах Украины (на примере города Харькова) : монография. Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016. 186 с.

163. Круглий стіл. Стала нерухомість та зелена сертифікація будівель: опція чи зобов'язання для України? URL: <http://budjournal.com.ua/doc/stil.pdf> (дата звернення: 21.03.2019).

164. Кудымова С. Г. Градостроительная ценность территории. URL: <http://www.gisa.ru/38040.html> (дата звернення: 01.12.2020).

165. Лантух О. В. Обґрунтування тривалості реконструкції з урахуванням особливостей її проведення на промислових об'єктах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 1992. 18 с.

166. Лapidус А. А., Бережный А. Ю. Математическая модель оценки обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта. *Вестник МГСУ*. 2012. № 3. С. 149–153.

167. Лаптева А. Ю., Червона А. О. Надійність будівельної організації та її оцінка (на прикладі ТОВ «Макрокап Девелопмент Україна»). *Науковий вісник будівництва*. 2015. № 1. С. 248–251.

168. Легостаева О. А. Совершенствование организационно-технологической надёжности строительных процессов в инженерных проектах : автореф. дисс. ... канд. техн. наук : 05.23.08. Новосибирск, 2007. 17 с.

169. Литвиненко О. В. Оцінка ризику та забезпечення організаційно-технологічної надійності реалізації будівельних проектів. *Шляхи підвищення*

*ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин.* 2015. № 33. С. 184–190. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfrv\\_2015\\_33\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/shpebfrv_2015_33_21) (дата звернення: 01.12.2020).

170. Лофт: от старых фабрик к стильным городским квартирам. URL: <https://www.pufikhomes.com/stili-interera/loft/> (дата звернення: 14.10.2017).

171. Маніфест. Незалежна Асоціація Архітекторів. URL: <https://archcty.pro/manifest/> (дата звернення: 10.08.2017).

172. Мартиш О. О. Удосконалення методів планування і управління, що забезпечують заданий рівень організаційно-технологічної надійності будівництва : дис. канд. техн. наук : 05.23.08 / Придніпр. держ. акад. буд-ва та арх.-ри. Дніпропетровськ, 2013. 170 с.

173. Маслов Н. Н. Проблема устойчивости и деформации грунтов. Москва : Госэнергоиздат, 1961. 196 с.

174. Маслов Н. Н. Условия устойчивости склонов и откосов в гидроэнергетическом строительстве. Москва : Госэнергоиздат, 1955. 143 с.

175. Математический аппарат и методы формирования оптимальных параметров управления процессом функционирования строительного предприятия : монография / Торкатюк В. И., Шутенко Л. Н., Дмитрук И. А. и др.; под ред. В. И. Торкатюка. Харьков : ХНАГХ, 2007. 824 с.

176. Матеріали генерального плану м. Львова. URL: <https://city-adm.lviv.ua/lmr/detalni-plani-teritorij/397-upravlinnia-arkhitekturi/generalnij-plan-m-lvova/1062-materiali-generalnogo-planu-m-lvova> (дата звернення: 01.12.2020).

177. Меженський О. М. Методи організаційно-технологічного проектування зовнішніх мереж трубопроводів з урахуванням параметрів надійності і технологічності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 2005. 22 с.

178. Мельничук В. Кластери в економіці України. URL: <http://www.geograf.com.ua/blogs/entry/klasteri-v-ekonomitsi-ukrajini> (дата звернення: 08.01.2018).

179. Менейлюк А. И., Чернов И. С., Лобакова Л. В. Выбор эффективных методов реализации проектов в условиях изменяющейся финансовой ситуации. *Вісник національного технічного університету «ХПИ»*. 2014. Вип. 2 (1045). С. 71–75.

180. Менейлюк О. І. Розробка теоретичних основ, дослідження і впровадження інновацій при будівництві методом «стіна в ґрунті» : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Харків, 2001. 28 с.

181. Мизулин М., Федулов Ю., Юсов А. Методы принятия управленческих решений : монография. Saarbrucken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 340 с.

182. Миколаєнко Н. (Напів)ревіталізовані: 4 приклади переосмислення індустріальних просторів в Україні. URL: <https://mistosite.org.ua/articles/napivrevitalizovani-4-pryklady-pereosmyslennia-industrialnykh-prostoriv-v-ukraini> (дата звернення: 13.01.2021).

183. Млодецкий В. Р. Управленческая реализуемость строительных проектов. Днепропетровск : Наука і освіта, 2005. 261 с.

184. Млодецький В. Р. Організаційно-технологічна та управлінська надійність функціональної системи будівельної організації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 2005. 39 с.

185. Млодецький В. Р., Ценацевич Т. О. Обґрунтування раціонального рівня організаційно-технологічної надійності у будівельних проектах. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2015. № 9. С. 47–54.

186. Мовчан Я. І., Рибалова О. В., Гулевець Д. В. Оцінка екологічного ризику погіршення сучасного стану урбанізованих територій. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2013. № 3/11 (63). С. 37–41.

187. Назарова М. В. Современный опыт реконструкции объектов промышленной архитектуры под жилье (Европа, США, Австралия). URL: [elima.ru/articles/index.php?id=73](http://elima.ru/articles/index.php?id=73) (дата звернення: 14.10.2017).

188. Національна парадигма сталого розвитку України / за заг. ред. Б. Є. Патона. Київ : Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАНУ, 2012. 72 с.

189. Некрасова Л. А., Попенко С. О. Формування кластеру, як напрямку інноваційного розвитку економіки. *Економіка: реалії часу*. 2014. № 2 (12). С. 132–138. URL: <http://economics.opu.ua/files/archive/2014/n2.html> (дата звернення: 08.01.2018).

190. Новожилова М. В., Беленченко И. В. Методика обоснования комплексной эффективности инвестиционно-строительного проекта. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2010. № 1/3 (43) 2010. С. 14–16.

191. Новожилова М. В., Бондаренко А. С. Концепция редевелопмента как инструмента повышения экономической эффективности города. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2010. № 1/3 (43) 2010. С. 12–14.

192. Обзор индустриальных парков Украины. Перспективы и готовность отрасли. URL: <https://shen.ua/ru/obzor-i-analitika-otrasli/industrialnie-parki-ukraini/> (дата звернення: 16.01.2021).

193. Обработка данных средствами Excel при планировании эксперимента : учеб. пособие для вузов / Ершова Н. М., Деревянко В. Н., Тимченко Р. А., Шаповалова О. В. Днепропетровск : ПГАСА, 2012. 350 с.

194. Олійник О. П., Бовдуй А. Є. Особливості реновації промислових об'єктів (закордонний досвід). *Теорія та практика дизайну*. 2015. № 7. С. 205–214.

195. Организационно-технологическая и экономическая надежность в строительстве / Млодецкий В.Р., Тянь Р.Б., Попова В.В., Мартыш А.А. Днепропетровск : Наука и образование, 2013. 193 с.

196. Организационно-технологическая надежность строительства / Гусаков А. А., Веремеенко С. А., Гинзбург А. В. и др. Москва : SvR-Аргус, 1994. 470 с.



197. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. Ч. 2: Экспертные оценки. 2011. 486 с.

198. Осипов А. Ф. Адаптивные динамически трансформирующиеся технологические системы. Методология проектирования организационно-технологических решений реконструкции зданий : монография. Киев : ЦП «Компринт», 2016. 365 с.

199. Осипов А. Ф., Осипова А. А. Ревитализация населенных мест. *Містобудування та територіальне планування*. 2015. Вип. 58. С. 365–371.

200. Осипов О. Ф. Система обґрунтування та вибору організаційно-технологічних рішень реконструкції будівель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Одеса, 2015. 43 с.

201. Осітнянко А. П. Планування розвитку міста : монографія. Київ : КНУБА, 2001. 460 с.

202. Офіційний сайт Екологічної спільноти. URL: [http://www.ecorussia.info/ru/ecopedia/green\\_building\\_review#paragraph\\_1959](http://www.ecorussia.info/ru/ecopedia/green_building_review#paragraph_1959) (дата звернення: 01.12.2020).

203. Павлов И. Д., Брехаря Г. П., Радкевич А. В. Модели принятия управленческих решений. Запорожье: ЗНУ, 2005. 322 с.

204. Перелік концепцій індустріальних парків, включених до Реєстру індустріальних (промислових) парків. URL: <https://drive.google.com/drive/folders/1ofpEi3s47PtfNKORCZQVOg2cbJSmVNz> у (дата звернення: 16.01.2021).

205. Першина С. В., Слободяник А. В. PLAXIS – программный пакет для расчета деформаций и устойчивости геотехнических сооружений методом конечных элементов. *Галузеве машинобудування, будівництво*. Полтава : ПолтНТУ, 2003. Вип. 12. С. 158–163.

206. Петрова А. В. Методики оценки уровня риска на предприятии. URL: [www.science-bsea.bgita.ru/2014/ekonom\\_2014\\_22/petrova\\_metod.htm](http://www.science-bsea.bgita.ru/2014/ekonom_2014_22/petrova_metod.htm) (дата звернення: 01.12.2020).

207. Планування розміщення і організація будівництва та реконструкції об'єктів доступного житла з урахуванням містоформуючих особливостей територій великих міст : монографія / Кравчуновська Т. С., Броневицький С. П., Ковальов В. В., Данилова Т. В., Ткач Т. В. Дніпро : Літограф, 2019. 228 с.

208. Плешкановська А. М. Функціонально-планувальна організація використання міських територій. Київ : Інститут Урбаністики, 2005. 190 с.

209. Поколенко В. О. Критеріальні та організаційні основи формування циклу будівельних інвестицій на інноваційних засадах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Київ, 2004. 39 с.

210. Поколенко В. О., Любий Є. В. Методичний підхід до оцінювання тендерних пропозицій. *Будівельне виробництво*. 2019. № 66. С. 60–62.

211. Поколенко В. О., Рижаківа Г. М., Приходько Д. О. Запровадження інструментарію вибору альтернатив реалізації будівельних проектів за функціонально-технічною надійністю організацій-виконавців. *Управління розвитком складних систем*. 2014. Вип. 19. С. 108–114.

212. Попова О. А. Принципи формування лофта в умовах реструктуризації не функціонуючих промислових об'єктів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. арх. : 18.00.01. Макіївка, 2014. 20 с.

213. Поповиченко І. В. Оцінка виробничого ризику проекту при формуванні договірної ціни : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.13.22. Дніпропетровськ, 2002. 26 с.

214. Проблеми сталого розвитку України. Екологія та соціальний захист: програма сталого розвитку України. URL: [http://www.esz.org.ua/?page\\_id=4114](http://www.esz.org.ua/?page_id=4114) (дата звернення: 27.03.2017).

215. Программы для геотехнических расчетов. URL: <https://www.finesoftware.ru/geotekhnicheskikh-raschetov/> (дата звернення: 01.12.2020).

216. Промприлад. Реновація. URL: <https://promprylad.ua/ua/> (дата звернення: 01.12.2020).

217. Про Програму соціально-економічного розвитку території, що обмежена просп. Слобожанським, вул. Каштановою, вул. Столетова та територією ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», на 2017–2021 роки. URL: [http://dda.dp.ua/uploads/2018/01/13\\_24.pdf](http://dda.dp.ua/uploads/2018/01/13_24.pdf) (дата звернення: 08.06.2018).

218. Прыкин Б. В., Иш В. Г., Ширшиков Б. Ф. Основы управления. Производственно-строительные системы: Учеб. для вузов. Москва: Стройиздат, 1991. 336 с.

219. Пшинько А. Н., Гордеева И. А., Скалозуб В. В. Оценка инновационности проектов/программ для анализа их адаптивности. *Управління розвитком складних систем*. 2012. № 12. С. 80–85.

220. Пшинько А. Н., Нетеса Н. И., Паланчук Д. В. Сборно-монолитное строительство в Украине: проблемы и перспективы. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Днепропетровск: ПГАСА, 2008. Вып. 47. С. 484–488.

221. Радкевич А. В., Арутюнян І. А., Сайков Д. В. Моделі оптимізації організаційних процесів будівельного виробництва підрядних підприємств України. *Управління розвитком складних систем*. 2018. Вип. 33. С. 124–130.

222. Радкевич А. В. Визначення раціонального періоду відновлення об'єктів житлово-комунального комплексу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.23.08. Дніпропетровськ, 1995. 20 с.

223. Радкевич А. В., Павлов І. Д. Багатоцільові моделі організації капітального відновлення об'єктів: монографія. Дніпропетровськ: ПП Свідлер А. Л., 2003. 225 с.

224. Радкевич А. В. Системотехнічні аспекти організаційно-технологічних рішень відновлення об'єктів транспортного комплексу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.23.08. Дніпропетровськ, 2006. 35 с.

225. Редевелопмент – новая жизнь промышленных зданий. URL: <http://ma-arch.com.ua/редевелопмент-новая-жизнь-промышлен/> (дата звернення: 14.02.2017).

226. Реусов В. А., Торкатюк В. И., Пушкаренко В. В. Формирование и оценка качества проектных решений в строительстве. Киев : Будивэльнык, 1988. 208 с.

227. Савицкая Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия. Минск : ООО «Новое знание»,

228. Савицький М. В., Бендерський Ю. Б., Бабенко М. М. Оцінка екологічних параметрів об'єктів будівництва. *Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво)*. 2014. № 3 (1). С. 144–149. URL: [http://znp.nupr.edu.ua/files/archive/ua/2014/42\\_1/144-149.pdf](http://znp.nupr.edu.ua/files/archive/ua/2014/42_1/144-149.pdf) (дата звернення: 01.12.2020).

229. Савйовский В. В. Возведение и реконструкция сооружений : учеб. пособие. Киев : Лира-К, 2017. 268 с.

230. Савйовский В. В. Техническая диагностика строительных конструкций зданий. Харьков : Форт, 2008. 560 с.

231. Савйовский В. В., Черняковская И. В. Оценка технического состояния строительных конструкций реконструируемых зданий. Харьков : Ватерпас, 2002. 210 с.

232. Савйовський В. В., Броневицький А. П., Каржинерова А. Г. Ревіталізація – екологічна реконструкція міської забудови. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпропетровськ: ПДАБА, 2014. № 8. С. 47–52.

233. Савйовський В. В., Каржинерова О. Г., Броневицький А. П. Особливості реконструкції промислових будівель під цивільні об'єкти. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2015. № 1 (79). С. 71–75.

234. Савйовський В. В. Методологічні принципи організаційно-технологічного проектування реконструкції цивільних будівель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Харків, 2010. 44 с.

235. Саницький М. А., Позняк О. Р., Марущак У. Д. Енергозберігаючі технології в будівництві : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. 248 с.

236. Седин В. Л., Головка С. И., Большаков В. И. Особенности геотехнического строительства в Приднепровском регионе Украины. *Будівельні конструкції*. 2016. Вип. 83, кн. 1. С. 47–57.

237. Семко О. В., Воскобійник Є. П. Основні принципи та прийоми реконструкції промислових об'єктів під будівлі громадського призначення. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2015. Вип. 157. С. 5–13.

238. Сєдін В. Л., Грабовець О. М., Трященко А. Ю. Поширення небезпечних геологічних процесів у Дніпропетровській області. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2015. № 6. С. 60–67.

239. Сєдін В. Л., Ковальов В. В., Кравчуновська Т. С. Комплексний підхід до організації реконструкції промислових підприємств в умовах екологізації міського середовища. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении*. Днепр : ГВУЗ ПГАСА, 2017. Вып. 101. С. 198–202.

240. Сєдін В. Л., Ковальов В. В., Кравчуновська Т. С. Розвиток методів оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2017. № 2. С. 49–54.

241. Сєдін В. Л., Кравчуновська Т. С., Броневицький С. П., Ковальов В. В. Стан і проблеми розвитку та використання територій промислових і складських підприємств. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Стародубовские чтения*. Днепр : ГВУЗ «Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры», 2017. Вып. 96. С. 139–144.

242. Системи технологій життєвого циклу інвестиційно-будівельної сфери діяльності : монографія / Р. Б. Тяч, П. Є. Уваров, С. В. Іванов та ін. Дніпропетровськ : вид-во Маковецький Ю.В., 2010. 344 с.

243. Сізова Н. Д., Старкова О. В., Солодовник Г. В., Долгова Н. Г. Розробка комп'ютерної моделі оцінки альтернативних варіантів інвестиційно-будівельного проекту в умовах невизначеності і ризику. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. № 2019. № 6 (3 (102)). С. 66–76. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184376>.

244. Скакун Є. В. Організаційно-технологічний інструментарій підготовки проектів девелопменту у житловому будівництві : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.23.08. Київ, 2019. 23 с.

245. Соколенко С. І. Кластери в глобальній економіці. Київ : Логос, 2004. 848 с.

246. Соколов І. А. Організаційно-технологічні основи забезпечення якості житлового середовища в умовах іонізуючого впливу природних радіонуклідів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 2005. 32 с.

247. Соловьёв Ю. И. Устойчивость откосов из гипотетического грунта. *Труды НИИЖТ. Вопросы инженерной геологии оснований и фундаментов*. Новосибирск, 1962. Вып. 28. С. 83–96.

248. Соха В. Г. Науково-методичні основи підвищення експлуатаційної ефективності технологічних систем теплоізоляції фасадів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Одеса, 2010. 35 с.

249. Сталий розвиток міст України. URL: [cd.grunpack.in.ua/staly-rozvytok-mist-ukrany](http://cd.grunpack.in.ua/staly-rozvytok-mist-ukrany) (дата звернення: 27.03.2017).

250. Стан розбудови мережі індустріальних парків в Україні на 02.03.2020. URL: <https://industrial-parks.com.ua/a/stan-rozbudovy-merezhi-industrialnyh-parkiv-v-ukrayini-na-02032020> (дата звернення: 16.01.2021).

251. Старкова О. В. Система науково обґрунтованого вибору організаційно-технологічних рішень, що забезпечують підвищення

експлуатаційного ресурсу каналізаційних колекторів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Харків, 2017. 45 с.

252. Терентьев О. О., Шабала Є. Є., Малина Б. С. Основи організації нечіткого виведення для задачі діагностики технічного стану будівель. *Управління ризиком складних систем*. 2015. № 22. С. 138–143.

253. Терцаги К., Пек Р. Механика грунтов в инженерной практике. Москва : Госстройиздат, 1958. 607 с.

254. Тесля Ю. М., Єгорченков О. В., Хлевна Ю. Л., Хлевний А. О. Розробка концепції та методу побудови конкретизованих методологій управління проектами. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2018. № 5 (3 (95)). С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.142707>.

255. Тимофеева Л. М. Армированные грунты. Теория и практика применения. Ч. 1: Армированные основания и армогрунтовые подпорные стены. Пермь : Перм. политехн. институт, 1991. 478 с.

256. Ткаченко Н. В. Особливості молодіжних хостелів-лофтів США. URL: [esobio.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/6295/7011](http://esobio.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/6295/7011) (дата звернення: 14.10.2017).

257. Тонкачєєв Г. М. Функціонально-модульна система формування комплектів будівельної оснастки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. К., 2012. 37 с.

258. Тугай О. А., Осипова А. О. Множина факторів будівельного виробництва, що негативно впливають на стан довкілля. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2018. Вип. 35. С. 132–139.

259. Тугай О. А., Осипова А. О. Передумови вдосконалення організаційно-технологічних рішень ревіталізації технологічних процесів будівельного виробництва. *Управління розвитком складних систем*. 2017. Вип. 30. С. 200–204.

260. Тугай О. А., Франчук О. А. Регламент організаційних заходів, щодо забезпечення експлуатаційної придатності об'єкту. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2018. Вип. 35. С. 154–160.

261. Тугай О. А. Система адаптації організації будівництва до євростандартів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Харків, 2008. 33 с.

262. Тугай О. А., Шебек М. О., Дубинка О. В. Визначення нових та структурування наявних організаційно-технологічних підходів з управління циклом інженерної підготовки будівельно-інвестиційного проекту. *Наука та інновації*. 2019. № 15 (2). С. 105–114.

263. Фартушина А. С. Разработка концепции снижения стоимости строительных объектов в условиях кризиса. *Вестник АГТУ. Серия: Экономика*. 2009. № 1. С. 47–51.

264. Фридман Дж., Ордуэй Ник. Анализ и оценка приносящей доход недвижимости. Москва : Дело, 1997. 480 с.

265. Харків. Генеральний план міста. URL: <https://www.city.kharkov.ua/uk/dokumentyi/generalnyij-plan-goroda.html> (дата звернення: 01.12.2020).

266. Хілуха О. А. Оцінка компетентностей менеджерів в системі корпоративного управління на основі матриці попарних порівнянь. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2018. № 1. С. 259–271. URL: <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/> (дата звернення: 01.12.2020).

267. Художественные центры и фуд маркеты: как вдохнуть новую жизнь в промзоны. URL: <https://rubryka.com/ru/article/druge-zhyttya-promzon/> (дата звернення: 30.11.2020).

268. Чернишев Д. О., Заяць Є. І., Ковальов В. В. Вимоги до інструментарію організаційно-технологічного супроводу проектів біосферосумісного будівництва. *Вісник Придніпровської державної академії*



*будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2018. № 4. С. 48–55. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.48.310>.

269. Чернишев Д. О. *Методологія, аналітичний інструментарій та практика організації біосферосумісного будівництва*. Київ : КНУБА, 2017. 294 с.

270. Чернишев Д. О. *Науково-методологічний інструментарій організації будівництва на засадах біосферосумісності* : дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / ДВНЗ «Придніпр. держ. акад. буд-ва та арх.-ри». Дніпро, 2018. 430 с.

271. Чернишев Д. О., Тугай О. А., Малихін М. О. *Сучасна технологія моделювання організаційної підготовки територій об'єктів будівництва. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2019. Вип. 41. С. 63–70.

272. Чернишев Д. О., Тугай О. А., Поколенко В. О., Горбач М. В., Малихін М. О., Скакун Є. В. *Методичне підґрунтя та адміністративно-управлінські засади вдосконалення операційно-виробничої системи та організаційної структури девелоперської компанії. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2019. Вип. 39, ч. 2. С. 34–43.

273. Шаленный В. Т. *Организационно-технологические аспекты энергосбережения при модернизации производства конструкций и зданий из бетона*. Днепропетровск : Наука и образование, 2002. 200 с.

274. Шаленный В. Т. *Организационно-технологические основы формирования энергосбережения на определяющих этапах жизненного цикла гражданских зданий*: дисс. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / Приднепр. гос. акад. стр-ва и арх-ры. Днепропетровск, 2004. 406 с.

275. Шатов С. В. *Організаційно-технологічні рішення розбирання пошкоджених та реконструйованих споруд та будівель. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро : ПДАБА, 2013. № 4. С. 12–17.

276. Шатов С. В., Савицкий М. В., Карпушин С. А. Обобщение инновационных технологий 3D-печати строительных объектов для разработки стартапов. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Днепр : ГВУЗ «ПГАСА», 2017. Вып. 99. С. 194–200.

277. Шатов С. В. Формування організаційно-технологічних рішень розбирання руйнувань будівель в особливих умовах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 2014. 37 с.

278. Шахунянц Г. М. К вопросу расчёта устойчивости откосов (склонов). *Исследование земляного полотна железных дорог. Труды МИИТ*. Москва : Транспорт, 1968. Вып. 273. С. 3–6.

279. Шепелев Н. П., Шумилов М. С. Реконструкция городской застройки : Учеб. для строит. спец. вузов. Москва : Высш. шк., 2000. 271 с.

280. Шихов А. Н. Реконструкция гражданских и промышленных зданий : монография. Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2015. 399 с.

281. Шумаков И. В., Каржинерова Е. Г. Особенности производства строительно-монтажных работ в условиях реконструкции при ревитализации промышленных зданий. *Науковий вісник будівництва*. Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2017. Т. 90, № 4. С. 80–86.

282. Шумаков І. В., Гринчук О. А., Фурсов Ю. В. Перспективність техногенних територій для міського цивільного будівництва. *Науковий вісник будівництва*. Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. № 3 (85). С. 73–76.

283. Шумаков І. В. Теоретико-методологічні принципи формування організаційно-технологічних рішень зведення підземних частин цивільних будівель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.23.08. Харків, 2015. 35 с.

284. Шутенко Л. Н. Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда (теория, практика, перспективы). Харьков : Майдан, 2002. 1053 с.

285. Щербина В. И. Идеология стоимостного проектирования объектов строительства как база для снижения стоимости производства строительной продукции и затрат на ее эксплуатацию. *Будівництво України*. 2008. № 7. С. 4–7.

286. Экономика и экология использования помещений бывшего кожевенного завода для создания многофункционального проекта The Loft Club. URL: [rrg.ru/files/presentation/2016\\_05\\_17/3\\_The\\_loft\\_club\\_NAI\\_Becar.pdf](http://rrg.ru/files/presentation/2016_05_17/3_The_loft_club_NAI_Becar.pdf) (дата звернення: 14.10.2017).

287. Якімцов Ю. В. Організаційно-екологічний інструментарій раціоналізації будівельного виробництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.23.08. Київ, 2017. 24 с.

288. Chan M., Leung P. Industrial Revitalization Scheme 2.0: Optimising Industrial Property Redevelopment in Hong Kong. CBRE Research. April 2019. URL: [cbre.com.hk](http://cbre.com.hk) (last accessed: 01.12.2020).

289. Concuera A., Lleonart A. The big book of lofts. New York : Harper Collins, 2007. 384 p.

290. Enright M. J. Why clusters are the way to win the game? *World Link*. 1992. Vol. 5. P. 24–25.

291. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework: IS/ISO 14040. Published 2006 (Bureau of Indian Standards). URL: <https://archive.org/details/gov.in.is.iso.14040.2006> (last accessed: 01.12.2020).

292. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines: IS/ISO 14044. Published 2006 (Bureau of Indian Standards). URL: <https://archive.org/details/gov.in.is.iso.14044.2006> (last accessed: 01.12.2020).

293. Fabrika.space: Как заброшенный завод в Харькове превратили в коворкинг. URL: <https://bzh.life/gorod/fabrika-space> (last accessed: 30.11.2020).

294. Farrelly L. Regeneration of Industrialised Areas. URL: [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu) (last accessed: 01.12.2020).

295. Frohnsdorff G., Clifton J., Jennings H. Implications of computer-based simulation models, expert systems, data bases and networks for advancing organization of production. *Building Bulletin*. 1997. № 8. P. 36–41.

296. GeoStab6. URL: <https://www.csoft.ru/catalog/soft/geostab/geostab-6.html> (last accessed: 01.12.2020).

297. Isidori F. A structural project: Redevelopment of the historic center of Wuhu. *Frontiers of Architectural Research*. 2015. № 4. P. 100–118. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foar.2015.01.001>.

298. Kee T. Adaptive Reuse of Industrial Buildings for Affordable Housing in Hong Kong. *Journal of Design and Built Environment*. 2014. Vol. 14 (1). URL: [www.thei.edu.hk](http://www.thei.edu.hk) (last accessed: 01.12.2020).

299. Kovalov V., Moroz P., Shashkina N. Reconstruction of industrial buildings as territorial resources for further urban development. *Наука і техніка: перспективи XXI століття: тези доп. Міжвуз. наук.-практ. конф. молод. вчених, 18 квітня 2019 р. Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2019. С. 70–71.*

300. Kravchunovska T., Zaiats Ye., Kovalov V., Nechepurenko D., Kirnos K. Choosing the rational management of high-rise building construction projects. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 3, No. 3 (105) (2020): Control Processes. P. 24–33. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.205135.

301. Lambeck R., Eschemuller J. Urban construction project management. 1st edition. New York : McGraw-Hill, 2008. 480 p.

302. Levy S. M. Project management in construction. New York : McGraw-Hill, 2012. 496 p.

303. Mesthrige J. W., Wong J. K. W., Yuk L. N. Conversion or redevelopment? Effects of revitalization of old industrial buildings on property values. *Habitat International*. 2018. № 73. P. 53–64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.12.005> (last accessed: 01.12.2020).

304. Plaxis products. URL: <https://www.plaxis.com/> (last accessed: 01.12.2020).

305. Port creative hub. URL: <https://funtime.kiev.ua/kreativnie-prostranstva/port-creative-hub> (last accessed: 01.12.2020).
306. Ren L., Shih L., McKercher B. Revitalization of industrial buildings into hotels: anatomy of a policy failure. *International Journal of Hospitality Management*. 2014. Vol. 42. P. 32–38. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2014.06.007> (last accessed: 25.02.2020).
307. Renovation. URL: [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com) (last accessed: 01.12.2020).
308. Sarka V., Zavadskas E. K., Ustinovicius L., Sarkiene E., Ignatavicius C. System of project multicriteria decision synthesis in construction. *Technological and Economic Development of Economy: Baltic Journal on Sustainability*. 2008. Vol. 14, iss. 4. P. 546–565.
309. Savytskyi M. V., Bondarenko O. I., Babenko M. M., Benderskyi Yu. B. Options of sustainable development of region's territory. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2015. № 4. С. 157–161.
310. Sedin V. L., Kovalov V. V., Kravchunovska T. S., Nechepurenko D. S. Trends and approaches to reorganization of urban environment. *Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво*. Полтава: ПолтНТУ, 2019. Вип. 1 (52)'2019. С. 179–184. DOI: <https://doi.org/10.26906/znp.2019.52.1694>.
311. Shao Q.-G., Liou J. J. H., Weng S.-S., Chuang Y.-C. Improving the green building evaluation system in China based on the DANP method. *Sustainability*. 2018. № 10 (4). P. 1173. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10041173>.
312. Shevchenko G., Ustinovicius L., Andruskevicius A. Multi-attribute analysis of investments risk alternatives in construction. *Technological and Economic Development of Economy: Baltic Journal on Sustainability*. 2008. Vol. 14, iss. 3. P. 428–443.
313. Smith N. New globalism, new urbanism: gentrification as global urban strategy. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-8330.00249> (last accessed: 06.11.2018).

314. Unit.City. URL: <https://unexploredcity.com/tour-view/213> (last accessed: 30.11.2020).

315. Walker A. Project management in construction. New Jersey : Wiley-Blackwell, 2015. 352 p.

316. Yeang K., Spector A. Green design: from theory to practice. London : Black Dog, 2011. 144 p.

317. Zaiats Ye. I., Kravchunovska T. S., Kovalov V. V., Kirnos O. V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychogo Universytetu*. 2018. № 2 (164). P. 123–129. DOI: <https://doi.org/10.29202/nvngu/2018-2/24>.

318. Zavadskas E. K., Antucheviciene J., Vilutiene T., Adeli H. Sustainable decision-making in civil engineering, construction and building technology. *Sustainability*. 2018. № 10 (1). P. 14. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10010014>.

## ДОДАТОК А

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ (НА ПРИКЛАДІ М. КИЇВ)

Таблиця А.1 – Перспективи розвитку та використання промислових територій м. Київ

Назва промислових утворень	Сучасна площа промислово-комунальних утворень, га	Перспективне функціональне використання			
		Виробнича функція		Перепрофілювання під інші комерційні функції	
		Площа, га	Переважаючий вид використання	Площа, га	Переважаючий вид використання
1	2	3	4	5	6
Промрайон «Відрадний»	338,5	207,2	Машинобудування, виробництво мінеральної неметалевої продукції, виробництво металевих виробів, науково-виробнича діяльність, транспортні підприємства, комунально-складські об'єкти і бази, спеціальні території, ТОВ «КТД» (завод Лепсе), ВО «Київприлад», ПАТ «Електроприладпостач», 6-й Київський авторемонтний завод, ТОВ «Кнауф Гіпс», Київський склозавод, ПАТ «Домобудівний комбінат № 3», ПрАТ «Київметал», НВО «Меридіан» ім.	131,3	Допустиме в межах державних норм будівництво житла, об'єктів громадської і соціальної сфери та транспортної інфраструктури

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
			Корольова, ПрАТ «Київське центральне конструкторське бюро арматуробудування»		
Промзона «По вулиці Дегтярівській»	75,0	17,7	Виробництво харчових продуктів, поліграфічна діяльність, науково-дослідна база, технопарки, механіки, теплофізики, газу, об'єкти транспорту, ПАТ «Поліграфкнига», ДП поліграфічний комбінат «Україна», ПАТ «Київхліб», ПрАТ «Київський завод безалкогольних напоїв «Росинка», Тролейбусне депо № 2, ПАТ «АК Транс», ДП «Дослідний завод зварювальних матеріалів інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України», Інститут газу НАН України	57,3	Житлова забудова з об'єктами соціальної сфери, громадська забудова
Промрайон «Біля станції Пост-Волинський»	141,5	113,7	Машинобудування, науково-виробничі підприємства, об'єкти транспорту, комунально-складські об'єкти і бази, Київський авіаремонтний завод № 410 цивільної авіації, Дослідно-експериментальний завод № 20 цивільної авіації, Київський механічний завод МО України, Міжнародний аеропорт «Київ», Державне підприємство обслуговування	27,8	Реструктуризація частини території під громадську забудову



Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
			повітряного руху України, Авторемонтний завод № 5, Дирекція Автотранспошта «Укрпошта», ПАТ «Укртранс», Тролейбусне депо № 3, ПАТ трест «Київміськбуд-2»		
Промрайон «Подільсько-Куренівський»	745	539,5	Харчова, машинобудування та металообробка, виробництво неметалевої мінеральної продукції, науково-виробничі підприємства, виробництво фармацевтичних препаратів, комунально-складські об'єкти і бази, логістичні компанії, ПАТ «Оболонь», Рибний холодокомбінат «Глобал Фіш», Хлібокомбінат № 10, ПАТ «Макаронна фабрика», ПАТ «Експериментально-механічний завод «Металіст», ТОВ «Бетон комплекс», Перший трубний завод, Завод ЗБВ «Поліссільбуд», ПАТ «Деревообробний комбінат № 7», ДЕРЕВООБУДІВНИЙ КОМБІНАТ № 4, «Тетропак», Інститут надтвердих матеріалів ім. Бакуля, ПАТ «Фармак» (реконструкція з винесенням шкідливого виробництва), Подільське трамвайне депо	205,5	Реструктуризація частини території під житлово-громадську забудову та зелені насадження загального користування (благоустрій набережних у районі вул. Електриків)
Промрайон «Теличка»	430	201	Виробництво неметалевої продукції, виробництво теплової та електричної	229	Реструктуризація частини території під

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
			енергії, деревообробна, комунально-складські об'єкти і бази, об'єкти транспорту, науково-дослідна база, Компанія «Атем», Філія АК «Київенерго» ТЕЦ № 5, ПрАТ «Асфальтобетонний завод» (перепрофілювання)		громадську забудову, житлову забудову, зелені насадження загального користування (паркова зона вздовж набережної)
Промзона «Корчувате»	77,9	31,5	Науково-дослідницька діяльність, приладобудування, комунально-складська, Інститут ядерних досліджень НАН України, Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, Інститут фізики НАН України	46,4	Реструктуризація території непрацюючих підприємств під житлову та громадську забудову
Промзона «Пирогово»	175	121,9	Виробництво харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів, логістика, об'єкти транспорту, склади та офісно-розважальні комплекси, Пивзавод «Славутич», тютюнова фабрика «Реємтсма-Київ», ПАТ «Київський завод Радар»	53,03	Реструктуризація частини території під житлову та громадську забудову
Промрайон «Воскресенський»	143,4	107,2	Харчова, хімічна, комунально-складські об'єкти і бази, об'єкти транспорту, ПАТ «Хладокомбінат № 3», ПАТ «Укрпластик», ПАТ «Київський завод Граніт», Деснянська водопровідна	36,2	Реструктуризація частини території під житлову та громадську забудову

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
			станція		
Промрайон «Дніпров- ський»	353	330,5	Виробництво теплової та електричної енергії, хімічна, целюлозно-паперове виробництво, логістика, об'єкти транспорту, комунально-складська, ТЕЦ-4, меблева компанія «ВиЯр», друкарня, ПАТ «Хімволокно» і ПАТ «Радикал» підлягають реструктуризації, на їх території передбачено створення нових екологічнобезпечних виробництв IV і V класу	22,5	Громадська забудова вздовж Броварського проспекту
Промзона «Березняки»	42,5	23,3	Науково-дослідна база	19,2	Реструктуризація частини території під житлову та громадську забудову
Промзона «Позняки»	100,5	21	ДП «Київський державний завод «Буревісник» (реконструкція з інтенсифікацією виробництва), комунально-складські об'єкти та бази	79,5	Реструктуризація частини території під житлову та громадську забудову
Промрайон «Дарницький»	412,5	321	Машинобудування та металообробка, виробництво фармацевтичних препаратів, об'єкти транспорту, спеціальні території, ПАТ «Київський радіозавод», Дарницький державний вагоноремонтний завод, ПАТ «Київська	91,5	Реструктуризація частини території під житлову та громадську забудову

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
			виробнича компанія Рапід», Дарницький інсуліновий завод «Індар», ПрАТ «Фармацевтична фірма «Дарниця», Локомотивне депо «Дарниця»		
Промзона «По вулиці Васильківській»	88	15	Машинобудування, легка і хімічна промисловість, комунально-складська, об'єкти транспорту, ПАТ «Завод Квант», Трикотажна фабрика «Киянка», ПрАТ «Виробничо-торгівельна фірма Глорія», Київське учбово-виробниче підприємство № 2 (УВП-2) Українського товариства сліпих (УТОС), Київська фабрика поліпропіленової тари і пакувальних виробів «Тандем», ПАТ «Київзовніштранс», автотранспортні підприємства	73	Реструктуризація частини території під житлову та громадську забудову
Промзона «Бортничі»	283	354	Комунальна, спецтериторії, машинобудування, наукова діяльність ДП «РАДІОВИМІРЮВАЧ», Науково-технічний комплекс «Імпульс», ДП Науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут міського господарства, Бортницька станція аерації (реконструкція), філія Київенерго завод «Енергія» (реконструкція), 2 комплекси сміттєпереробки (будівництво)	–	Перепрофілювання не передбачається

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
Промрайон «Троещина»	305	488,9	Виробництво та розподілення теплової та електричної енергії, об'єкти транспорту, комунально-складська, машинобудування, науково-дослідна база Філія АК «Київенерго», ТЕЦ № 6, Банкотно-монетний двір НБУ, Індустріальний парк «Київська бізнес-гавань»	–	Створення індустріального парку
Промзона «Осокорки»	0	158,4	Комунально-складська, хімічна промисловість	–	–
Промзона «Бортничі-2»	45	45	Целюлозно-паперове виробництво та видавнича діяльність, об'єкти транспорту, комунально-складська, наукова діяльність, ТОВ «Спеціалізоване підприємство «Голографія», ТОВ «Знак», ТОВ «Аптека Біокон» (медико-складський комплекс), Компанія «Благодар» (фруктосховище), ПАТ «Бортницький дослідно-механічний завод»	–	Перепрофілювання не передбачається
Окремо розташовані проектні підприємства	–	52,3	Науково-дослідна база, високоточне виробництво	–	–

Завершення таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
Окремо розташовані існуючі підприємства	1997,3	1605,5	Багатогалузева. ЗАТ «Київський завод шампанських вин «Столичний», ПАТ «Птахофабрика Київська», ПАТ «Київський маргариновий завод», ПрАТ «Київська кондитерська фабрика Рошен», Державне видавництво «Преса України», ПАТ «Київський вітамінний завод», ПрАТ «Біофарма», ТОВ «АДМ», ПАТ «Квазар», Державна акціонерна холдингова компанія «Артем», ПАТ «Науково-виробничий комплекс «Київський завод автоматики ім. Г. І. Петровського», ДП завод «Арсенал», ПАТ «Київський завод «Радар», ПАТ «Київський електровагоноремонтний завод», ПАТ «Завод Маяк», ДП Київський завод «Імпульс», інші	391,5	Реструктуризація частини території під житлово-громадську забудову, об'єкти транспортної та інженерної інфраструктури, зелені насадження загального користування

**ДОДАТОК Б**  
**АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**



ВИКОНАВЧИЙ ОРГАН КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
(КИЇВСЬКА МІСЬКА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ)



КОМУНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
“ІНСТИТУТ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ М. КИЄВА”

01001, м. Київ-1, вул. Хрещатик, 32, тел. (044) 234 85 89, факс: (044) 234 25 82,  
www.kievgenplan.grad.gov.ua

11.03.2019 № 01-763  
м. Київ

### ДОВІДКА

Надана докторанту кафедри основ і фундаментів Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Ковальову Вячеславу Вікторовичу в тому, що дані, використані ним для виявлення закономірностей впливу організаційно-технологічних факторів на техніко-економічні показники проектів реконструкції промислових підприємств, надані КО «Інститут Генерального плану м. Києва».

Результати досліджень використані при проектуванні детальних планів територій комплексної реконструкції мікрорайонів застарілої забудови з розміщенням нової забудови, а також окремих об'єктів міста Києва.

Начальник



Сергій БРОНЕВИЦЬКИЙ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова правління –  
генеральний директор  
АТ «НВО «Созидатель»

## АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ми, що підписалися нижче, директор Департаменту замовника Гоголь Ю. О., директор Департаменту економіки та розвитку Кононенко О. А., склали цей акт про впровадження результатів докторської дисертації доцента кафедри інженерної геології і геотехніки Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», кандидата технічних наук Ковальова Вячеслава Вікторовича, які були використані при оцінюванні інвестиційної привабливості проектів реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення.

Запропоновані В. В. Ковальовим залежності тривалості і вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення від визначальних організаційно-технологічних факторів, які призначені для кількісного оцінювання рівня досягнення заданого результату, використані для аналізу проектних рішень та оцінювання потреби в інвестиційних ресурсах.

Використання цих результатів дозволить скоротити терміни реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення на 5–7 %, знизити вартість робіт на 3–5 % завдяки вибору раціональних організаційно-технологічних рішень.

Директор Департаменту Замовника

Ю. О. Гоголь

Директор Департаменту економіки  
і розвитку

О. А. Кононенко



ООО ПКП «Проммонтаж Реконструкция»  
49083, Украина,  
г. Днепропетровск, пр. Слобожанский, 83а  
[www.pmr.com.ua](http://www.pmr.com.ua)

\*\*\*\*\*

## Акт впровадження результатів дослідження

Цей акт складений у тому, що результати докторської дисертації Ковальова Вячеслава Вікторовича, кандидата технічних наук, доцента Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», використані в діяльності ТОВ ВКП «Проммонтаж Реконструкція».

Розроблені В. В. Ковальовим пропозиції щодо прогнозування показників ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення з урахуванням комплексного впливу факторів, що відображають вимоги до об'єктів реконструкції, характеризують рівень стисненості території і визначають специфіку виконання будівельних робіт, добре адаптовані до оцінювання стійкості схилів та стійкості будівель, розташованих на схилах, застосовувались для варіантного проектування та обґрунтування інвестиційних проектів, розроблення і оцінювання пропозицій при проведенні підрядних торгів.

Зазначені пропозиції є надійним інструментом прийняття рішень на різних етапах організаційно-технологічного проектування, оскільки дозволяють більш об'єктивно визначити способи вирішення завдання організації реконструкції промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення завдяки відповідності конкретним умовам виконання робіт і можливості оперативного регулювання показників у разі зміни динаміки інвестицій, умов постачання ресурсів, ринкової кон'юнктури.

Директор



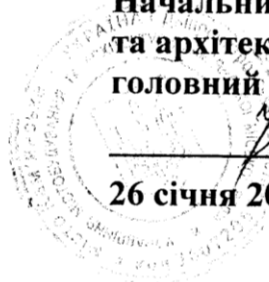
Ю.В. Подорванов

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

**Начальник управління містобудування  
та архітектури Кам'янської міської ради –  
головний архітектор міста**

  
Юлія САЄНКО

26 січня 2021 р.

**АКТ****впровадження результатів дослідження**

Ми, що підписалися нижче, заступник начальника управління містобудування та архітектури Кам'янської міської ради – головного архітектора міста, начальник Служби містобудівного кадастру Яковенко Світлана Олексіївна та завідувач сектору планування та забудови міста Кам'янське Циганкова Ірина Володимирівна, склали цей акт впровадження в тому, що запропоновані кандидатом технічних наук, доцентом Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Ковальовим Вячеславом Вікторовичем методичні рекомендації щодо планування і організації реконструкції деградованої промислової забудови з можливістю будівництва об'єктів житлового та громадського призначення, зокрема об'єктів доступного житла, викладених в його докторській дисертації, використано під час коригування генерального плану м. Кам'янське (колишній Дніпродзержинськ).

Представлена методика дає можливість прийняти дієві раціональні рішення на ранніх етапах як щодо реконструкції «застарілих» промислових об'єктів, так і щодо визначення місць розміщення нових будинків доступного житла, що дуже важливо у вирішенні соціально-побутових питань для мешканців міста, нею передбачені заходи з одночасної модернізації об'єктів інфраструктури, пропонується сучасний підхід до обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення, зокрема під житлову та громадську забудову.

На наш погляд, робота важлива для оновлення міської забудови та подальшого сталого розвитку міст України.

**Заступник начальника управління містобудування  
та архітектури Кам'янської міської ради –  
головного архітектора міста, начальник  
Служби містобудівного кадастру**

  
Світлана ЯКОВЕНКО

**Завідувач сектору планування  
та забудови міста Кам'янське**

  
Ірина ЦИГАНКОВА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної  
та навчальної роботи  
Державного вищого  
навчального закладу

«Придніпровська державна академія  
будівництва та архітектури»

доцент



Р. Б. Папірник

*Р. Б. Папірник* 2020 р.

## ДОВІДКА

Надана Ковальову Вячеславу Вікторовичу, кандидату технічних наук, доценту кафедри інженерної геології і геотехніки, в тому, що результати наукових досліджень, викладені в його докторській дисертації, використовуються в навчальному процесі Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» при підготовці магістрів та аспірантів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Завідувач кафедри  
інженерної геології і геотехніки  
д.т.н., професор

В.Л. Седін

Доцент кафедри  
інженерної геології і геотехніки  
к.т.н., доцент

В.В. Ковальов

**ДОДАТОК В**

**РЕЗУЛЬТАТИ ВИЯВЛЕННЯ І РОЗРАХУНКУ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ**  
**ВАРТОСТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ**  
**ЗМІНОЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВІД**  
**ВИЗНАЧАЛЬНИХ ФАКТОРІВ**

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. В.1-В.2.

Таблиця В.1 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	11535,8	1356,75	8,50258	0,0000
$f_{cm}$	-9889,66	1790,74	-5,52268	0,0000
$f_{ic}$	35120,6	2791,77	12,58	0,0000

Таблиця В.2 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,07072E7	2	4,53536E7	712,35	0,0000
Залишок	1,65536E6	26	63667,6	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 98,2078 %.

Стандартна помилка оцінки складає 252,324.

Середня абсолютна помилка складає 167,151.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{cm}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$C = 11535,8 - 9889,66 \cdot f_{cm} + 35120,6 \cdot f_{ic}. \quad (B.1)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.2 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 98,2078 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.3).

Таблиця В.3 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	11535,8	1356,75	8747,0	14324,7
$f_{cm}$	-9889,66	1790,74	-13570,6	-6208,75
$f_{ic}$	35120,6	2791,77	29382,0	40859,2

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) і фактора насиченості території промислового

підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) представлено в табл. В.4-В.5.

Таблиця В.4 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	5155,51	300,687	17,1458	0,0000
$f_{ic}$	33570,1	2823,43	11,8898	0,0000
$f_{im}$	9965,16	1662,98	5,99236	0,0000

Таблиця В.5 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,08518E7	2	4,54259E7	781,78	0,0000
Залишок	1,51074E6	26	58105,5	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 98,3643 %.

Стандартна помилка оцінки складає 241,051.

Середня абсолютна помилка складає 159,841.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{ic}$  та  $f_{im}$  має такий вигляд:

$$C = 5155,51 + 33570,1 \cdot f_{ic} + 9965,16 \cdot f_{im}. \quad (\text{В.2})$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.5 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 98,3643 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.6).

Таблиця В.6 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	5155,51	300,687	4537,43	5773,58
$f_{ic}$	33570,1	2823,43	27766,4	39373,7
$f_{im}$	9965,16	1662,98	6546,85	13383,5

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) і фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ) представлено в табл. В.7-В.8.

Таблиця В.7 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-2583,94	3285,9	-0,786373	0,4388
$f_{mc}$	-15243,3	2135,15	-7,13922	0,0000
$f_{як}$	32788,5	2590,12	12,6591	0,0000



Таблиця В.8 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	8,97109E7	2	4,48555E7	439,82	0,0000
Залишок	2,65162E6	26	101985,0	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 97,1291 %.

Стандартна помилка оцінки складає 319,352.

Середня абсолютна помилка складає 208,253.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$  та  $f_{як}$  має такий вигляд:

$$C = 32788,5 \cdot f_{як} - 15243,3 \cdot f_{mc} - 2583,94. \quad (B.3)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.8 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 97,1291 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.9).

Таблиця В.9 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-2583,94	3285,9	-9338,22	4170,33
$f_{mc}$	-15243,3	2135,15	-19632,2	-10854,4
$f_{як}$	32788,5	2590,12	27464,4	38112,6

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) і фактора безпеки будівлі ( $f_{\sigma}$ ) представлено в табл. В.10-В.11.

Таблиця В.10 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-6490,57	343,811	-18,8733	0,0000
$f_{mc}$	-6370,4	264,249	-24,1076	0,0000
$f_{\sigma}$	30641,8	231,074	132,606	0,0000

Таблиця В.11 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_{\phi}$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,23345E7	2	4,61673E7	42801,87	0,0000
Залишок	28044,3	26	1078,63	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,9696 %.

Стандартна помилка оцінки складає 32,8425.

Середня абсолютна помилка складає 24,561.

Рівняння підібраної багатofакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$  та  $f_{\sigma}$  має такий вигляд:

$$C = 30641,8 \cdot f_{\sigma} - 6370,4 \cdot f_{mc} - 6490,57. \quad (\text{В.4})$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.11 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,9696 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.12).

Таблиця В.12 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-6490,57	343,811	-7197,28	-5783,85
$f_{mc}$	-6370,4	264,249	-6913,57	-5827,22
$f_{\sigma}$	30641,8	231,074	30166,9	31116,8

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) і фактора безпечності будівлі ( $f_{\sigma}$ ) представлено в табл. В.13-В.14.

Таблиця В.13 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-8944,46	1348,8	-6,6314	0,0000
$f_{cm}$	-4274,75	1010,79	-4,22912	0,0003
$f_{\sigma}$	31023,3	1125,26	27,5699	0,0000

Таблиця В.14 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,19745E7	2	4,59873E7	3081,57	0,0000
Залишок	388006,0	26	14923,3	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,5799 %.

Стандартна помилка оцінки складає 122,161.

Середня абсолютна помилка складає 90,9892.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{cm}$  та  $f_\phi$  має такий вигляд:

$$C = 31023,3 \cdot f_\phi - 4274,75 \cdot f_{cm} - 8944,46. \quad (B.5)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.14 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,5799 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.15).

Таблиця В.15 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-8944,46	1348,8	-11717,0	-6171,95
$f_{cm}$	-4274,75	1010,79	-6362,45	-2197,04
$f_{\sigma}$	31023,3	1125,26	28710,3	33336,3

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора безпечності будівлі ( $f_{\sigma}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) представлено в табл. В.16-В.17.

Таблиця В.16 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-10378,4	263,281	-39,4193	0,0000
$f_{\sigma}$	28783,7	405,667	70,9539	0,0000
$f_{im}$	5936,7	334,607	17,7423	0,0000

Таблиця В.17 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_{\phi}$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,23126E7	2	4,61563E7	24017,74	0,0000
Залишок	49965,7	26	49965,7	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,9459 %.

Стандартна помилка оцінки складає 43,8379.

Середня абсолютна помилка складає 32,3131.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{\delta}$  та  $f_{im}$  має такий вигляд:

$$C = 28783,7 \cdot f_{\delta} + 5936,7 \cdot f_{im} - 10378,4. \quad (B.6)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.17 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,9459 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.18).

Таблиця В.18 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-10378,4	263,281	-10919,5	-9837,17
$f_{\delta}$	28783,7	405,667	27949,8	29617,5
$f_{im}$	5936,7	334,607	5248,9	6624,49

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора безпечності будівлі ( $f_{\delta}$ ) і фактора насиченості території промислового

підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. В.19-В.20.

Таблиця В.19 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-17796,8	1898,77	-9,3728	0,0000
$f_{\sigma}$	41859,1	3602,86	11,6183	0,0000
$f_{ic}$	-9178,28	5045,49	-1,8191	0,0804

Таблиця В.20 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_{\phi}$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,17816E7	2	4,58908E7	2053,73	0,0000
Залишок	580973,0	26	22345,1	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,371 %.

Стандартна помилка оцінки складає 149,483.

Середня абсолютна помилка складає 120,572.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{\sigma}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$C = 41859,1 \cdot f_{\sigma} - 9178,28 \cdot f_{ic} - 17796,8. \quad (\text{В.7})$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.20 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,371 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.21).

Таблиця В.21 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-17796,8	1898,77	-21699,8	-13893,8
$f_b$	41859,1	3602,86	34453,3	49264,9
$f_{ic}$	-9178,28	5045,49	-19549,5	1192,9

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) і фактора енергоефективності будівлі ( $f_{en}$ ) представлено в табл. В.22-В.23.

Таблиця В.22 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-15837,9	3624,88	-4,36924	0,0002
$f_{mc}$	-4875,15	2382,75	-2,04602	0,0510
$f_{en}$	47336,1	3146,64	15,0434	0,0000



Таблиця В.23 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,04051E7	2	4,52026E7	600,41	0,0000
Залишок	1,95744E6	26	75286,3	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 97,8807 %.

Стандартна помилка оцінки складає 274,383.

Середня абсолютна помилка складає 233,992.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$  та  $f_{en}$  має такий вигляд:

$$C = 47336,1 \cdot f_{en} - 4875,15 \cdot f_{mc} - 15837,9. \quad (B.8)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.23 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 97,8807 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.24).

Таблиця В.24 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-15837,9	3624,88	-23289,0	-8386,89
$f_{mc}$	-4875,15	2382,75	-9772,97	22,6663
$f_{en}$	47336,1	3146,64	40868,1	53804,2

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ) і фактора екологічності будівлі ( $f_{еко\text{л}}$ ) представлено в табл. В.25-В.26.

Таблиця В.25 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-13438,4	2668,95	-5,03509	0,0000
$f_{mc}$	-6312,88	1777,34	-3,55187	0,0015
$f_{еко\text{л}}$	55883,4	2855,05	19,5735	0,0000

Таблиця В.26 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,11554E7	2	4,55777E7	981,67	0,0000
Залишок	1,20715E6	26	46428,8	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 98,693 %.

Стандартна помилка оцінки складає 215,473.

Середня абсолютна помилка складає 108,814.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$  та  $f_{еко\text{л}}$  має такий вигляд:

$$C = 55883,4 \cdot f_{еко\text{л}} - 6312,88 \cdot f_{mc} - 13438,4. \quad (\text{В.9})$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.26 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 98,693 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.27).

Таблиця В.27 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-13438,4	2668,95	-18924,5	-7952,29
$f_{mc}$	-6312,88	1777,34	-9966,26	-2659,5
$f_{екол}$	55883,4	2855,05	50014,7	61752,0

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ) і фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ ) представлено в табл. В.28-В.29.

Таблиця В.28 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-20885,1	917,343	-22,767	0,0000
$f_{як}$	-21187,1	5722,0	-3,70275	0,0010
$f_{екол}$	92135,9	7577,09	12,1598	0,0000

Таблиця В.29 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,11887E7	2	4,55943E7	1009,86	0,0000
Залишок	1,17388E6	26	45149,1	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 98,7291 %.

Стандартна помилка оцінки складає 212,483.

Середня абсолютна помилка складає 118,6.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{як}$  та  $f_{екол}$  має такий вигляд:

$$C = 92135,9 \cdot f_{екол} - 21187,1 \cdot f_{як} - 20885,1. \quad (B.10)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.29 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 98,7291 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.30).

Таблиця В.30 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-20885,1	917,343	-22770,8	-18999,5
$f_{як}$	-21187,1	5722,0	-32948,9	-9425,36
$f_{екол}$	92135,9	7577,09	76560,9	107711,0

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) представлено в табл. В.31-В.32.

Таблиця В.31 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-14741,2	6934,68	-2,12572	0,0436
$f_{mc}$	40966,9	8555,95	4,78813	0,0001
$f_{cm}$	-15112,3	3640,29	-4,15141	0,0003
$f_{im}$	43756,1	6555,27	6,67496	0,0000

Таблиця В.32 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	8,83577E7	3	2,94526E7	183,86	0,0000
Залишок	4,00484E6	25	160194,0	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 95,664 %.

Стандартна помилка оцінки складає 400,242.

Середня абсолютна помилка складає 288,214.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$ ,  $f_{cm}$  та  $f_{im}$  має такий вигляд:

$$C = 40966,9 \cdot f_{mc} - 15112,3 \cdot f_{cm} + 43756,1 \cdot f_{im} - 14741,2. \quad (B.11)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.32 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 95,664 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.33).

Таблиця В.33 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-14741,2	6934,68	-29023,5	-458,933
$f_{mc}$	40966,9	8555,95	23345,6	58588,3
$f_{cm}$	-15112,3	3640,29	-22609,7	-7615,01
$f_{im}$	43756,1	6555,27	30255,3	57257,0

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. В.34-В.35.

Таблиця В.34 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$ 

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	14075,3	1340,84	10,4974	0,0000
$f_{mc}$	-8016,41	2274,23	-3,52489	0,0017
$f_{cm}$	-4131,66	2212,74	-1,86722	0,0736
$f_{ic}$	35053,1	2327,03	15,0635	0,0000

Таблиця В.35 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,12568E7	3	3,04189E7	687,72	0,0000
Залишок	1,10579E6	25	44231,5	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 98,8028 %.

Стандартна помилка оцінки складає 210,313.

Середня абсолютна помилка складає 129,687.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$ ,  $f_{cm}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$C = 14075,3 - 8016,41 \cdot f_{mc} - 4131,66 \cdot f_{cm} + 35053,1 \cdot f_{ic}. \quad (\text{В.12})$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.35 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 98,8028 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.36).

Таблиця В.36 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	14075,3	1340,84	11313,8	16836,8
$f_{mc}$	-8016,41	2274,23	-12700,3	-3332,53
$f_{cm}$	-4131,66	2212,74	-8688,89	425,565
$f_{ic}$	35053,1	2327,03	30260,5	39845,7

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора стисненості території об'єкта реконструкції ( $f_{cm}$ ), фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. В.37-В.38.

Таблиця В.37 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	8912,23	1421,55	6,26937	0,0000
$f_{cm}$	-5520,95	2051,11	-2,69169	0,0125
$f_{im}$	6408,88	1993,86	3,21431	0,0036
$f_{ic}$	31378,9	2662,8	11,7842	0,0000



Таблиця В.38 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,11913E7	3	3,03971E7	648,79	0,0000
Залишок	1,17129E6	25	46851,7	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 98,7319 %.

Стандартна помилка оцінки складає 216,453.

Середня абсолютна помилка складає 143,902.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{cm}$ ,  $f_{im}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$C = 8912,23 - 5520,95 \cdot f_{cm} + 6408,88 \cdot f_{im} + 31378,9 \cdot f_{ic}. \quad (\text{В.13})$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.38 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 98,7319 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.39).

Таблиця В.39 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	8912,23	1421,55	5984,48	11840,0
$f_{cm}$	-5520,95	2051,11	-9745,29	-1296,6
$f_{im}$	6408,88	1993,86	2302,45	10515,3
$f_{ic}$	31378,9	2662,8	25894,8	36863,0

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ), фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) і фактора безпечності будівлі ( $f_{\sigma}$ ) представлено в табл. В.40-В.41.

Таблиця В.40 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-12511,7	450,821	-27,7531	0,0000
$f_{im}$	5756,9	239,127	24,0746	0,0000
$f_{ic}$	-5494,29	1057,44	-5,19584	0,0000
$f_{\sigma}$	32860,5	835,425	39,3339	0,0000

Таблиця В.41 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_{\phi}$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,23385E7	3	3,07795E7	32030,65	0,0000
Залишок	24023,5	25	960,939	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,974 %.

Стандартна помилка оцінки складає 30,999.

Середня абсолютна помилка складає 23,8046.

Рівняння підбраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{im}$ ,  $f_{ic}$  та  $f_{\bar{o}}$  має такий вигляд:

$$C = 5756,9 \cdot f_{im} - 5494,29 \cdot f_{ic} + 32860,5 \cdot f_{\bar{o}} - 12511,7. \quad (B.14)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.41 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,974 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.42).

Таблиця В.42 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-12511,7	450,821	-13440,2	-11583,2
$f_{im}$	5756,9	239,127	5264,41	6249,39
$f_{ic}$	-5494,29	1057,44	-7672,13	-3316,44
$f_{\bar{o}}$	32860,5	835,425	31139,9	34581,1

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ) і фактора безпечності будівлі ( $f_{\bar{o}}$ ) представлено в табл. В.43-В.44.

Таблиця В.43 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$ 

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-6589,21	327,625	-20,112	0,0000
$f_{mc}$	-6558,45	265,268	-24,7239	0,0000
$f_{як}$	1342,94	650,991	2,06291	0,0497
$f_{\sigma}$	29567,0	564,73	52,356	0,0000

Таблиця В.44 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_{\phi}$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,23386E7	3	3,07795E7	32108,98	0,0000
Залишок	23964,9	25	958,596	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,9741 %.

Стандартна помилка оцінки складає 30,9612.

Середня абсолютна помилка складає 22,9244.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$ ,  $f_{як}$  та  $f_{\sigma}$  має такий вигляд:

$$C = 1342,94 \cdot f_{як} + 29567,0 \cdot f_{\sigma} - 6558,45 \cdot f_{mc} - 6589,21. \quad (B.15)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.44 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,9741 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.45).

Таблиця В.45 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-6589,21	327,625	-7263,96	-5914,45
$f_{mc}$	-6558,45	265,268	-7104,78	-6012,12
$f_{як}$	1342,94	650,991	2,19483	2683,68
$f_{\sigma}$	29567,0	564,73	28403,9	30730,1

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), фактора безпечності будівлі ( $f_{\sigma}$ ), фактора насиченості території промислового підприємства інженерними мережами та умов їх експлуатації ( $f_{im}$ ) і фактора насиченості території промислового підприємства інженерними спорудами та умов їх експлуатації ( $f_{ic}$ ) представлено в табл. В.46-В.47.

Таблиця В.46 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-9799,54	895,344	-10,945	0,0000
$f_{mc}$	-2904,17	868,115	-3,34538	0,0027
$f_{\sigma}$	31927,8	757,325	42,1586	0,0000
$f_{im}$	3207,23	788,346	4,06831	0,0004
$f_{ic}$	-3218,99	1121,13	-2,8712	0,0084

Таблиця В.47 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,23462E7	4	2,30865E7	33819,04	0,0000
Залишок	16383,6	24	682,649	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,9823 %.

Стандартна помилка оцінки складає 26,1276.

Середня абсолютна помилка складає 19,1138.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$ ,  $f_{\sigma}$ ,  $f_{im}$  та  $f_{ic}$  має такий вигляд:

$$C = 31927,8 \cdot f_{\sigma} + 3207,23 \cdot f_{im} - 3218,99 \cdot f_{ic} - 2904,17 \cdot f_{mc} - 9799,54. \quad (B.16)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.47 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,9823 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.48).

Таблиця В.48 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-9799,54	895,344	-11647,4	-7951,63
$f_{mc}$	-2904,17	868,115	-4695,88	-1112,47
$f_{\sigma}$	31927,8	757,325	30364,7	33490,8
$f_{im}$	3207,23	788,346	1580,16	4834,3
$f_{ic}$	-3218,99	1121,13	-5532,89	-905,09

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{mc}$ ), фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ), фактора безпечності будівлі ( $f_{б}$ ) і фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ ) представлено в табл. В.49-В.50.

Таблиця В.49 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-5460,83	514,849	-10,6067	0,0000
$f_{mc}$	-7189,21	335,28	-21,4424	0,0000
$f_{як}$	3965,28	1142,96	3,4693	0,0020
$f_{б}$	31367,8	843,634	37,1818	0,0000
$f_{екол}$	-7591,23	2845,05	-2,66822	0,0134

Таблиця В.50 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_{\phi}$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,23441E7	4	2,3086E7	29978,15	0,0000
Залишок	18482,3	24	770,095	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,98 %.

Стандартна помилка оцінки складає 27,7506.

Середня абсолютна помилка складає 20,3342.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$ ,  $f_{як}$ ,  $f_{б}$  та  $f_{екол}$  має такий вигляд:

$$C = 3965,28 \cdot f_{як} + 31367,8 \cdot f_{б} - 7591,23 \cdot f_{екол} - 7189,21 \cdot f_{мс} - 5460,83. \quad (B.17)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.50 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,98 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.51).

Таблиця В.51 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-5460,83	514,849	-6523,43	-4398,23
$f_{мс}$	-7189,21	335,28	-7881,19	-6497,22
$f_{як}$	3965,28	1142,96	1606,32	6324,24
$f_{б}$	31367,8	843,634	29626,7	33109,0
$f_{екол}$	-7591,23	2845,05	-13463,1	-1719,32

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ), фактора енергоефективності будівлі ( $f_{ен}$ ), фактора безпечності будівлі ( $f_{б}$ ) і фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ ) представлено в табл. В.52-В.53.



Таблиця В.52 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$ 

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-16824,4	655,56	-25,6642	0,0000
$f_{як}$	-17587,9	2462,46	-7,14242	0,0000
$f_{ен}$	17183,8	3212,59	5,34889	0,0000
$f_{б}$	20833,2	2624,54	7,93787	0,0000
$f_{екол}$	28890,9	6238,6	4,631	0,0001

Таблиця В.53 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_{\phi}$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,21926E7	4	2,30481E7	3254,77	0,0000
Залишок	169952,0	24	7081,35	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,816 %.

Стандартна помилка оцінки складає 84,1507.

Середня абсолютна помилка складає 69,9668.

Рівняння підбраної багатфакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{як}$ ,  $f_{ен}$ ,  $f_{б}$  та  $f_{екол}$  має такий вигляд:

$$C = 17183,8 \cdot f_{ен} + 20833,2 \cdot f_{б} + 28890,9 \cdot f_{екол} - 17587,9 \cdot f_{як} - 16824,4. \quad (B.18)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.53 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,816 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.54).

Таблиця В.54 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-16824,4	655,56	-18177,4	-15471,4
$f_{як}$	-17587,9	2462,46	-22670,2	-12505,6
$f_{ен}$	17183,8	3212,59	10553,3	23814,3
$f_{б}$	20833,2	2624,54	15416,4	26250,0
$f_{екол}$	28890,9	6238,6	16015,1	41766,8

Результати аналізу залежностей вартості реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення ( $C$ ) від фактора технічного стану будівлі ( $f_{мс}$ ), фактора якості будівлі ( $f_{як}$ ), фактора енергоефективності будівлі ( $f_{ен}$ ), фактора безпечності будівлі ( $f_{б}$ ) і фактора екологічності будівлі ( $f_{екол}$ ) представлено в табл. В.55-В.56.

Таблиця В.55 – Множинний регресійний аналіз. Залежна змінна:  $C$

Параметри	Оцінка	Стандартна помилка	Коефіцієнт Стьюдента	Ймовірність нульової гіпотези
Константа	-3774,89	869,549	-4,3412	0,0002
$f_{мс}$	-8189,06	531,205	-15,416	0,0000
$f_{як}$	7279,2	1777,73	4,09466	0,0004
$f_{ен}$	-3880,97	1678,51	-2,31215	0,0301
$f_{б}$	33279,3	1134,04	29,3458	0,0000
$f_{екол}$	-12098,4	3263,93	-3,7067	0,0012

Таблиця В.56 – Дисперсійний аналіз

Джерело	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	Критерій Фішера, $F_\phi$	Ймовірність нульової гіпотези
Модель	9,23476E7	5	1,84695E7	28326,45	0,0000
Залишок	14996,5	23	652,024	–	–
Разом	9,23625E7	28	–	–	–

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) дорівнює 99,9838 %.

Стандартна помилка оцінки складає 25,5348.

Середня абсолютна помилка складає 18,307.

Рівняння підібраної багатофакторної моделі, що описує залежність між  $C$  і двома незалежними змінними  $f_{mc}$ ,  $f_{як}$ ,  $f_{ен}$ ,  $f_{б}$  та  $f_{екол}$  має такий вигляд:

$$C = 7279,2 \cdot f_{як} - 3880,97 \cdot f_{ен} + 33279,3 \cdot f_{б} - 12098,4 \cdot f_{екол} - 8189,06 \cdot f_{mc} - 3774,89. \quad (B.19)$$

Оскільки рівень ймовірності в табл. В.56 менше, ніж 0,01, статистична значущість зв'язку має 99 % довірчий рівень.

Множинний коефіцієнт детермінації вказує, що встановлена модель пояснює 99,9838 % варіації  $C$ .

Значення стандартної помилки оцінки може бути використано для побудови меж прогнозування для нових спостережень (табл. В.57).

Таблиця В.57 – 95 % довірчі інтервали для оцінки параметрів рівняння регресії

Параметри	Значення	Стандартна помилка	95 % довірчий інтервал	
			верхній	нижній
Константа	-3774,89	869,549	-5573,69	-1976,08
$f_{mc}$	-8189,06	531,205	-9287,95	-7090,18
$f_{як}$	7279,2	1777,73	3601,68	10956,7
$f_{ен}$	-3880,97	1678,51	-7353,24	-408,692
$f_{\sigma}$	33279,3	1134,04	30933,4	35625,3
$f_{екол}$	-12098,4	3263,93	-18850,4	-5346,44

## ДОДАТОК Г

### ТЕКСТ ПРОГРАМИ OTCOS 3

```

//PasswordUnit
//-----
#include <vcl.h>
#pragma hdrstop
#include "PasswordUnit.h"
#include "MainUnit.h"
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TPasswordForm *PasswordForm;
extern TMainForm *MainForm;
//-----
__fastcall TPasswordForm::TPasswordForm(TComponent* Owner)
: TForm(Owner){ }
//-----
void __fastcall TPasswordForm::BitBtn1Click(TObject *Sender)
{
if(Edit1->Text=="OTCOS 3")
{ MainForm->Show(); Label2->Visible=false;
PasswordForm->Visible = false; }
else Label2->Visible=true;
}
//-----
//MainUnit
//-----
#include <vcl.h>
#pragma hdrstop
#include "MainUnit.h"
#include "PasswordUnit.h"
#include "InitUnit.h"
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TMainForm *MainForm;
extern TInitForm *InitForm;
//const double pi=3.1415926;
//-----
__fastcall TMainForm::TMainForm(TComponent* Owner)
: TForm(Owner){ }
//-----
void __fastcall TMainForm::NextBtn1Click(TObject *Sender)
{//
if(RBMethod1->Checked==true)
{
InitForm->GroupBox1->Visible=true;
InitForm->GBInitMethod1->Visible=true;
InitForm->GBInitMethod2->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod3->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod4->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod5->Visible=false;
InitForm->ShowModal();
}
if(RBMethod2->Checked==true||RBMethod2_1->Checked==true||RBMethod2_2->Checked==true)
{

InitForm->GroupBox1->Visible=true;
//InitForm->Label28->Visible=false;
if(RBMethod2->Checked==true)
InitForm->GBInitMethod2->Caption="Метод Тимофеевой 2.1 (разрыв арм. прослойки + потери)";
if(RBMethod2_1->Checked==true)
InitForm->GBInitMethod2->Caption="Метод Тимофеевой 2.2 (разрыв армирующей прослойки)";
if(RBMethod2_2->Checked==true)
{
InitForm->GBInitMethod2->Caption="Метод Тимофеевой 2.3 (потери прочности)";
InitForm->Label28->Visible=true;
}
}
InitForm->GBInitMethod2->Visible=true;
InitForm->GBInitMethod1->Visible=false;
}

```

```

InitForm->GBInitMethod3->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod4->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod5->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod51->Visible=false;
InitForm->ShowModal();
}
if(RBMethod3->Checked==true)
{
InitForm->GroupBox1->Visible=true;
InitForm->GBInitMethod3->Visible=true;
InitForm->GBInitMethod1->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod2->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod4->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod5->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod51->Visible=false;
InitForm->ShowModal();
}
if(RBMethod4->Checked==true)
{
InitForm->GroupBox1->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod4->Visible=true;
InitForm->GBInitMethod1->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod2->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod3->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod5->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod51->Visible=false;
InitForm->ShowModal();
}
if(RBMethod5->Checked==true)
{
InitForm->GroupBox1->Visible=true;
InitForm->GBInitMethod5->Visible=true;
InitForm->GBInitMethod1->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod51->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod2->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod3->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod4->Visible=false;
InitForm->ShowModal();
}
if(RBMethod51->Checked==true)
{
InitForm->GroupBox1->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod51->Visible=true;
InitForm->GBInitMethod5->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod1->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod2->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod3->Visible=false;
InitForm->GBInitMethod4->Visible=false;
InitForm->ShowModal();
}
}
//-----
void __fastcall TMainForm::FormCloseQuery(TObject *Sender, bool &CanClose)
{ PasswordForm->Close(); }
//-----
//InitUnit
//-----
#include <vcl.h>
#pragma hdrstop
#include "InitUnit.h"
#include "M1Unit.h"
#include "M2Unit.h"
#include "M3Unit.h"
#include "M4Unit.h"
#include "M5Unit.h"
#include "M51Unit.h"
#include "PUnit.h"
#include "MainUnit.h"
#include <math.h>
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TInitForm *InitForm;
extern TMainForm *MainForm;
extern TPFForm *PFForm;
//-----
__fastcall TInitForm::TInitForm(TComponent* Owner)
: TForm(Owner) { }
//-----

```



```

Y[0] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[1][1]);
y[0] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[1][2]);
for(int i=1;i<=n;i++)
{
  Y[i] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][1]);
  y[i] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][2]);
  b[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][3]);
  G[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][4]);
  Fm[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][5]);
  if(DataSGrid2->Cells[i+1][6]!="")
    Sfu[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][6]);
  else Sfu[i-1]=0;
  if(DataSGrid2->Cells[i+1][7]!="")
    Em[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][7]);
  else Em[i-1]=0;
  if(DataSGrid2->Cells[i+1][8]!="")
    Ef[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][8]);
  else Ef[i-1]=0;
  if(DataSGrid2->Cells[i+1][9]!="")
    sygma[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][9]);
  else sygma[i-1]=0;
  if(DataSGrid2->Cells[i+1][10]!="")
    tgPsi[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][10]);
  else tgPsi[i-1]=0;
  if(DataSGrid2->Cells[i+1][11]!="")
    L[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][11]);
  else L[i-1]=0;
  //if(InitForm->GBInitMethod2->Caption=="Метод Тимофеевой 2.3 (потери прочности)")
  if(DataSGrid2->Cells[i+1][12]!="")
    C[i-1] = StrToFloat(DataSGrid2->Cells[i+1][12]);
  else C[i-1]=0;
}
double Rez[6];
double **Rez1=new double *[3];
for(int i=0;i<3;i++) Rez1[i]=new double [n];
int method=1;
if(InitForm->GBInitMethod2->Caption=="Метод Тимофеевой 2.2 (разрыв армирующей прослойки)")
  method=2;
if(InitForm->GBInitMethod2->Caption=="Метод Тимофеевой 2.3 (потери прочности)")
  method=3;
Method2 *M2 = new Method2(n, Y, y, b, G, Fm, Sfu, Em, Ef, sygma, tgPsi, Vf, L, C, method);
M2->Calculate(Rez,Rez1);
Edit1->Text=FloatToStrF(Rez[0],ffFixed,20,5);
Edit2->Text=FloatToStrF(Rez[1],ffFixed,20,5);
Edit3->Text=FloatToStrF(Rez[2],ffFixed,20,5);
Edit4->Text=FloatToStrF(Rez[3],ffFixed,20,5);
Edit5->Text=FloatToStrF(Rez[4],ffFixed,20,5);
Edit6->Text=FloatToStrF(Rez[5],ffFixed,20,5);
if(GBInitMethod2->Caption=="Метод Тимофеевой 2.1 (разрыв арм. прослойки + потери)")
{
  for(int i=0;i<n;i++)
  {
    RDataSGrid2->Cells[i+1][1] = FloatToStrF(Rez1[0][i],ffFixed,20,5);
    RDataSGrid2->Cells[i+1][2] = FloatToStrF(Rez1[1][i],ffFixed,20,5);
  }
}
if(GBInitMethod2->Caption=="Метод Тимофеевой 2.2 (разрыв армирующей прослойки)")
{
  for(int i=0;i<n;i++)
  {
    RDataSGrid2->Cells[i+1][1] = FloatToStrF(Rez1[0][i],ffFixed,20,5);
    RDataSGrid2->Cells[i+1][2] = FloatToStrF(Rez1[1][i],ffFixed,20,5);
    RDataSGrid2->Cells[i+1][3] = FloatToStrF(Rez1[2][i],ffFixed,20,5);
  }
}
if(GBInitMethod2->Caption=="Метод Тимофеевой 2.3 (потери прочности)")
{
  for(int i=0;i<n;i++)
    RDataSGrid2->Cells[i+1][1] = FloatToStrF(Rez1[0][i],ffFixed,20,5);
}
delete M2;
delete []Y;
delete[] y;
delete[] b;
delete[] G;
delete []Fm;//угол внутреннего трения грунта
delete []Sfu;//боковое напряжение в армогрунте
delete []Em;//модуль упругости грунта
delete []Ef;//модуль упругости арматуры

```









```

{ int i;
int n=StrToInt(n2Edit->Text)+1;
DataSGrid2->ColCount=n+1;
DataSGrid2->FixedCols=1;
DataSGrid2->FixedRows=1;
RDataSGrid2->ColCount=n;
RDataSGrid2->FixedCols=1;
RDataSGrid2->FixedRows=1;
for(i=0;i<n-1;i++) RDataSGrid2->Cells[i+1][0]=IntToStr(i+1);
for(i=0;i<n;i++) DataSGrid2->Cells[i+1][0]=IntToStr(i);

DataSGrid2->RowCount=13;
DataSGrid2->Cells[0][1]="Y";
DataSGrid2->Cells[0][2]="y";
DataSGrid2->Cells[0][3]="b";
DataSGrid2->Cells[0][4]="G";
DataSGrid2->Cells[0][5]="Fm";
DataSGrid2->Cells[0][6]="Sfu";
DataSGrid2->Cells[0][7]="Em";
DataSGrid2->Cells[0][8]="Ef";
DataSGrid2->Cells[0][9]="sygma";
DataSGrid2->Cells[0][10]="Psi";
DataSGrid2->Cells[0][11]="L";
DataSGrid2->Cells[0][12]="C";
if(GBInitMethod2->Caption=="Метод Тимофеевой 2.1 (разрыв арм. прослойки + потери)")
{
RDataSGrid2->RowCount=3;
RDataSGrid2->Cells[0][1]="Fo";
RDataSGrid2->Cells[0][2]="Sxfu";
}
if(GBInitMethod2->Caption=="Метод Тимофеевой 2.2 (разрыв армирующей прослойки)")
{
RDataSGrid2->RowCount=4;
RDataSGrid2->Cells[0][1]="Fo";
RDataSGrid2->Cells[0][2]="Sxfu";
RDataSGrid2->Cells[0][3]="C";
}
if(GBInitMethod2->Caption=="Метод Тимофеевой 2.3 (потери прочности)")
{
RDataSGrid2->RowCount=2;
RDataSGrid2->Cells[0][1]="Fo";
}
}
}
//-----
void __fastcall TInitForm::n3EditChange(TObject *Sender)
{
//Действия при вводе n
if(n3Edit->Text!="")
{
int i;
int n=StrToInt(n3Edit->Text)+1;
DataSGrid3->ColCount=n+1;
DataSGrid3->FixedCols=1;
DataSGrid3->FixedRows=1;
RDataSGrid3->ColCount=n;
RDataSGrid3->FixedCols=1;
RDataSGrid3->FixedRows=1;
for(i=0;i<n;i++) DataSGrid3->Cells[i+1][0]=IntToStr(i);
for(i=0;i<n-1;i++) RDataSGrid3->Cells[i+1][0]=IntToStr(i+1);
DataSGrid3->Cells[0][1]="Y";
DataSGrid3->Cells[0][2]="y";
DataSGrid3->Cells[0][3]="b";
DataSGrid3->Cells[0][4]="G";
DataSGrid3->Cells[0][5]="c";
DataSGrid3->Cells[0][6]="F";
DataSGrid3->Cells[0][7]="hgr";
DataSGrid3->Cells[0][8]="L";
DataSGrid3->Cells[0][9]="Psi";
RDataSGrid3->Cells[0][1]="S";
RDataSGrid3->Cells[0][2]="N";
}
}
//-----
void __fastcall TInitForm::n5EditChange(TObject *Sender)
{
if(n5Edit->Text!="")
{
int i;

```

```

int n=StrToInt(n5Edit->Text)+1;
DataSGrid5->ColCount=n+1;
DataSGrid5->FixedCols=1;
DataSGrid5->FixedRows=1;
for(i=0;i<n;i++) DataSGrid5->Cells[i+1][0]=IntToStr(i);
DataSGrid5->Cells[0][1]="Y";
DataSGrid5->Cells[0][2]="y";
DataSGrid5->Cells[0][3]="b";
DataSGrid5->Cells[0][4]="G";
DataSGrid5->Cells[0][5]="c";
DataSGrid5->Cells[0][6]="F";
}
}
//-----
void __fastcall TInitForm::PBitBtnClick(TObject *Sender)
{
//Вычислить давление
//Сначала необходимо подготовить данные
long n;//количество всех блоков, на которые разбивается откос
double *Y;//контур откоса, м
double *y;//линия скольжения, м
double *b;//ширина блока, м
double *G;//объемный вес, т/м3
double *c;//сцепление
double *tgF;//коэффициент трения
n=StrToInt(nEdit->Text);
Y=new double [n+1]; y=new double [n+1]; b=new double [n]; G=new double [n]; c=new double [n]; tgF=new double [n];
int i;
Y[0] = StrToFloat(DataSGrid1->Cells[1][1]); y[0] = StrToFloat(DataSGrid1->Cells[1][2]);
for(i=1;i<=n;i++)
{
Y[i] = StrToFloat(DataSGrid1->Cells[i+1][1]); y[i] = StrToFloat(DataSGrid1->Cells[i+1][2]);
b[i-1] = StrToFloat(DataSGrid1->Cells[i+1][3]); G[i-1] = StrToFloat(DataSGrid1->Cells[i+1][4]);
c[i-1] = StrToFloat(DataSGrid1->Cells[i+1][5]); tgF[i-1] = StrToFloat(DataSGrid1->Cells[i+1][6]);
}
double **Rez1=new double *[6];
for(i=0;i<6;i++) Rez1[i]=new double [n];
Method1 *M1 = new Method1(n, Y, y, b, G, c, tgF);
M1->CalcE(Rez1);
if(nEdit->Text=="") return;
n=StrToInt(nEdit->Text)+1;
PForm->SGrid1->ColCount=n;
PForm->SGrid1->FixedCols=1;
PForm->SGrid1->FixedRows=1;
for(i=0;i<n-1;i++) PForm->SGrid1->Cells[i+1][0]=IntToStr(i+1);
PForm->SGrid1->Cells[0][1]="Формула Соловьева";
PForm->SGrid1->Cells[0][2]="Формула Терцаги";
PForm->SGrid1->Cells[0][3]="Формула Маслова_Берера (классический)";
PForm->SGrid1->Cells[0][4]="Формула Маслова_Берера (гидростатический)";
PForm->SGrid1->Cells[0][5]="Формула Шахунянца";
PForm->SGrid1->Cells[0][6]="Формула Дорфмана";
for(i=0;i<n;i++)
{
PForm->SGrid1->Cells[i+1][1] = FloatToStrF(Rez1[0][i],ffFixed,20,5);
PForm->SGrid1->Cells[i+1][2] = FloatToStrF(Rez1[1][i],ffFixed,20,5);
PForm->SGrid1->Cells[i+1][3] = FloatToStrF(Rez1[2][i],ffFixed,20,5);
PForm->SGrid1->Cells[i+1][4] = FloatToStrF(Rez1[3][i],ffFixed,20,5);
PForm->SGrid1->Cells[i+1][5] = FloatToStrF(Rez1[4][i],ffFixed,20,5);
PForm->SGrid1->Cells[i+1][6] = FloatToStrF(Rez1[5][i],ffFixed,20,5);
}
}
PForm->Show(); /*/
delete M1; delete []Y; delete[] y; delete[] b; delete[] G; delete[] c; delete[] tgF;
for(int i=0;i<6;i++) delete []Rez1[i];
delete []Rez1;
}
//-----
//PUnit
//-----
#include <vcl.h>
#pragma hdrstop
#include "PUnit.h"
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TPForm *PForm;
//-----
__fastcall TPForm::TPForm(TComponent* Owner)
: TForm(Owner){ }
//-----
void __fastcall TPForm::BitBtn1Click(TObject *Sender){ Close();}

```

```

//-----
//M1Unit.h
//-----
#ifndef M1UnitH
#define M1UnitH
//extern const double pi=3.1415926;
class Method1
{
//Входные данные
long n;//количество всех блоков, на которые разбивается откос
double *Y;//контур откоса, м
double *y;//линия скольжения, м
double *b;//ширина блока, м
double *G;//объемный вес, т/м3
double *c;//сцепление
double *tgF;//угол внутреннего трения грунта
//Промежуточные данные
double *tgA;// тангенс угла наклона i-го блока к горизонту
long m;//количество нисходящих блоков(TdA>0) ??????????????????
double *h;
double *P;
double *g;
double *t;
double *S;
double Sumt;
double K1,K2,K3,K4,K5,K6;
double *r;
double *a1;
double *a2;
double *Tk;
double *Tg;
double *q;
double *A;
double *A1;
double *A2;
double pi;

public:
Method1(long n1, double *Y1, double *y1,
double *b1, double *G1, double *c1, double *tgF1);//конструктор
//Method1();
~Method1();//деструктор
bool Solovjov();//формула Соловьева
bool Tercagi();//формула Терцаги (вызывается после Соловьева)
bool Maslov_Berer1();//Формула Маслова-Берера (классический) (после Соловьева)
bool Maslov_Berer2();//Формула Маслова-Берера (гидростатический) (после Соловьева)
bool Shahunan();//Формула Шахуняца (после Соловьева)
bool Dorphman();//Формула Дорфмана (после Терцаги)
bool Calculate( double Rez[6]//Массив, в кот. помещается результат
);
bool CalcE(double **R);
};
//-----
//-----
#endif
//M1Unit.cpp
//-----
/*
Метод 1
*/
#pragma hdrstop
#include "M1Unit.h"
#include <math.h>
#pragma package(smart_init)
//-----
Method1::Method1(long n1, double *Y1, double *y1,
double *b1, double *G1, double *c1, double *tgF1)
{
n=n1;
Y=new double [n+1]; y=new double [n+1]; b=new double [n]; G=new double [n]; c=new double [n];
tgF=new double [n]; h=new double [n+1]; tgA=new double [n]; P=new double [n]; g=new double [n];
t=new double [n]; S=new double [n]; r=new double [n]; a1=new double [n]; a2=new double [n];
Tk=new double [n]; Tg=new double [n]; q=new double [n]; A=new double [n]; A1=new double [n];
A2=new double [n];
pi=3.1415926;
for(int i=0;i<n;i++)
{
Y[i]=Y1[i]; y[i]=y1[i]; b[i]=b1[i]; G[i]=G1[i]; c[i]=c1[i]; tgF[i]=tan(tgF1[i]*pi/180.0);
}
}

```

```

    Y[n]=Y1[n];    y[n]=y1[n];
}
//-----
Method1::~Method1()
{
delete []Y; delete []y; delete []b; delete []G; delete []c; delete []tgF; delete []h; delete []tgA; delete []S; delete []P;
delete []g; delete []t; delete []r; delete []a1; delete []a2; delete []q; delete []Tk; delete []Tg; delete []A; delete []A1;
delete []A2;
}
//-----
bool Method1::Solovjov()
{
int i;

double SumS=S[0]; Sumt=t[0];
h[0] = Y[0]-y[0];
for(i=0;i<n;i++)
{
h[i+1] = Y[i+1]-y[i+1];
tgA[i]=(y[i]-y[i+1])/b[i];
P[i]=(h[i+1]+h[i])*G[i]*b[i]/2;
g[i]=1+tgA[i]*tgA[i];
t[i]=P[i]*tgA[i];
S[i]=P[i]*tgF[i]+c[i]*b[i]*g[i];
SumS+=S[i]; Sumt+=t[i];
}
K1=SumS/Sumt;
return true;
}
//-----
bool Method1::Tercagi()
{
int i;
double Suma1=0,Suma2=0;
for(i=0;i<n;i++)
{
r[i] = pow(g[i],0.5);
a1[i]=t[i]/r[i];
a2[i]=S[i]/r[i];
Suma1+=a1[i]; Suma2+=a2[i];
}
K2=Suma2/Suma1;
return true;
}
//-----
bool Method1::Maslov_Berer1()
{
int i;
double SumTk=0;
for(i=0;i<n;i++)
{
Tk[i] = P[i]*g[i]/(tgA[i]+P[i]/S[i]);
SumTk+=Tk[i];
}
K3=SumTk/Sumt;
return true;
}
//-----
bool Method1::Maslov_Berer2()
{
int i;
double SumTg=0;
for(i=0;i<n;i++)
{
Tg[i] = P[i]*g[i]/(tgA[i]+P[i]/(S[i]-c[i]*b[i]*tgA[i]*tgA[i]));
SumTg+=Tg[i];
}
K4=SumTg/Sumt;
return true;
}
//-----
bool Method1::Shahunan()
{
int i;
double Sum1=0,Sum2=0,Sum3=0;
//вычисляем m
m=0;
for(i=0;i<n;i++)
{

```

```

q[i]=1+tgF[i]*tgA[i];
Sum1+=fabs(S[i]/q[i]);
if(tgA[i]<0) { Sum2+=fabs(t[i]/q[i]); m++;}
else Sum3+=fabs(t[i]/q[i]);
}
if(Sum3!=0) K5=(Sum1+Sum2)/Sum3;
else K5=0;
return true;
}
//-----
bool Method1::Dorphman()
{
int i;
double Sum1=a1[0],Sum2=a2[0];
A1[0] = Sum1; A2[0] = Sum2;
for(i=1;i<n;i++)
{
A[i]=(1+tgA[i]*tgA[i-1])/(r[i]*r[i-1]);
Sum1=Sum1*A[i]+a1[i];
Sum2=Sum2*A[i]+a2[i];
A1[i] = Sum1; A2[i] = Sum2; //запоминаем для расчета давления
}
K6=Sum2/Sum1;
return true;
}
//-----
bool Method1::Calculate(double Rez[6])
{
if(!Solovjov()) return false; //формула Соловьева
if(!Tercagi()) return false; //формула Терцаги (вызывается после Соловьева)
if(!Maslov_Berer1()) return false; //Формула Маслова-Берера (классический) (после Соловьева)
if(!Maslov_Berer2()) return false; //Формула Маслова-Берера (гидростатический) (после Соловьева)
if(!Shahunan()) return false; //Формула Шахунянца (после Соловьева)
if(!Dorphman()) return false; //Формула Дорфмана (после Терцаги)
Rez[0]=K1; Rez[1]=K2; Rez[2]=K3; Rez[3]=K4; Rez[4] = K5; Rez[5] = K6;
return true;
}
//-----
bool Method1::CalcE(double **R)
{
if(!Solovjov()) return false; //формула Соловьева
if(!Tercagi()) return false; //формула Терцаги (вызывается после Соловьева)
if(!Maslov_Berer1()) return false; //Формула Маслова-Берера (классический) (после Соловьева)
if(!Maslov_Berer2()) return false; //Формула Маслова-Берера (гидростатический) (после Соловьева)
if(!Shahunan()) return false; //Формула Шахунянца (после Соловьева)
if(!Dorphman()) return false; //Формула Дорфмана (после Терцаги)
R[0][0] = t[0]-S[0];
R[1][0] = a1[0]-a2[0];
R[2][0] = t[0]-Tk[0];
R[3][0] = t[0]-Tg[0];
if(tgA[0]<0) R[4][0]=(t[0]/q[0]) + (S[0]/t[0]);
else R[4][0]=(t[0]/q[0]) - (S[0]/t[0]);
R[5][0] = A1[0]-A2[0];
for(int i=0;i<n;i++)
{
R[0][i] = R[0][i-1]+t[i]-S[i];
R[1][i] = R[1][i-1]+a1[i]-a2[i];
R[2][i] = R[2][i-1]+t[i]-Tk[i];
R[3][i] = R[3][i-1]+t[i]-Tg[i];
if(tgA[i]<0) R[4][i]=R[4][i-1]+(t[i]/q[i]) + (S[i]/t[i]);
else R[4][i]=R[4][i-1]+(t[i]/q[i]) - (S[i]/t[i]);

R[5][i] = A1[i]-A2[i];
}
return true;
}
//-----
//M2Unit.h
//-----
#ifndef M2UnitH
#define M2UnitH
//-----
//extern const double pi=3.1415926;
class Method2
{
//Входные данные
long n;//количество всех блоков, на которые разбивается откос
double *Y;//контур откоса, м
double *y;//линия скольжения, м

```



```

double *b;//ширина блока, м
double *G;//объемный вес, т/м3
double *Fm;//угол внутреннего трения грунта
double *Sfu;//прочность прослойки при растяжении
double *Em;//модуль упругости грунта
double *Ef;//модуль упругости арматуры
double *sigma;//толщина армирующей оболочки
double *tgPsi;//угол сдвига для каждого блока
double *Vf;//объемная концентрация арматуры
double *L;//длина арматуры в удерживающем слое
//Промежуточные данные
double *Sxfu;//боковое напряжение в армогрунте
double *Fo;//угол внутреннего трения арматуры
double *c;//удельное сцепление с учетом арматуры
double *tgF;//эффективный угол внутреннего трения с учетом арматуры
double *tgA;// тангенс угла наклона i-го блока к горизонту
long m; //количество нисходящих блоков(TdA>0) ??????????????????????
double *h;
double *P;
double *g;
double *t;
double *S;
double Sumt;
double K1,K2,K3,K4,K5,K6;
double *r;
double *a1;
double *a2;
double *Tk;
double *Tg;
double *q;
double *A;
double *A1;
double *A2;
double pi;
public:
Method2(long n1, double *Y1, double *y1,
        double *b1, double *G1, double *Fm1, double *Sxfu1,
        double *Em1, double *Ef1, double *sigma1, double *tgPsi1,
        double *Vf1, double *L1, double *c1, int method);//конструктор
//Method1();
~Method2();//деструктор
bool Solovjov();//формула Соловьева
bool Terzaghi();//формула Терцаги (вызывается после Соловьева)
bool Maslov_Berer1();//Формула Маслова-Берера (классический) (после Соловьева)
bool Maslov_Berer2();//Формула Маслова-Берера (гидростатический) (после Соловьева)
bool Shahunan();//Формула Шахунянца (после Соловьева)
bool Dorphman();//Формула Дорфмана (после Терцаги)
bool Calculate( double Rez[6],double **Rez1//Массив, в кот. помещается результат
        );
};
//-----
//-----
#endif
//M2Unit.cpp
//-----
#pragma hdrstop
#include "M2Unit.h"
//-----
/*
Метод 2
*/
#pragma hdrstop
#include "M1Unit.h"
#include <math.h>
#pragma package(smarter_init)
//extern const double pi=3.1415926;
//-----
Method2::Method2(long n1, double *Y1, double *y1,
        double *b1, double *G1, double *Fm1, double *Sxfu1,
        double *Em1, double *Ef1, double *sigma1, double *tgPsi1,
        double *Vf1, double *L1,double *c1, int method)
{
n=n1;
Y=new double [n+1]; y=new double [n+1]; b=new double [n]; G=new double [n]; c=new double [n];
tgF=new double [n]; h=new double [n+1]; tgA=new double [n]; P=new double [n]; g=new double [n];
t=new double [n]; S=new double [n]; r=new double [n]; a1=new double [n]; a2=new double [n];
Tk=new double [n]; Tg=new double [n]; q=new double [n]; A=new double [n]; A1=new double [n];
A2=new double [n]; Fm=new double [n]; Sxfu=new double [n]; Sfu=new double [n]; Em=new double [n];
Ef=new double [n]; sigma = new double [n]; tgPsi=new double [n]; Vf=new double [n]; L=new double [n];

```

```

Fo=new double [n];
pi=3.1415926;
for(int i=0;i<n;i++)
{
  Y[i]=Y1[i];   y[i]=y1[i];   b[i]=b1[i];   G[i]=G1[i];
  tgPsi[i]=tan(tgPsi[i]*pi/180.0);   Fm[i]=Fm1[i];
  Sfu[i]=Sxfu1[i];   Em[i]=Em1[i];   Ef[i]=Ef1[i];   sigma[i]=sygma1[i];   Vf[i]=Vf1[i];   L[i]=L1[i];
}
Y[n]=Y1[n];   y[n]=y1[n];
//Вычисляем F i C
for(int j=0;j<n;j++)
{
  if((Y[j+1]-y[j+1])+(Y[j]-y[j])!=0&& sigma[j]!=0)
    Vf[j]=2*sygma[j]/((Y[j+1]-y[j+1])+(Y[j]-y[j]));
  else Vf[j]=0;
  if(Vf[j]!=0 && Ef[j]!=0) Sxfu[j]=Sfu[j]*Vf[j]*(1+Em[j]/Ef[j]*(1/Vf[j]-1));
  else Sxfu[j]=0;
  if(method==3) c[j]=c1[j];
  else
    if(Sxfu[j]!=0) c[j]=Sxfu[j]*tan(Fm[j]*pi/180.0);
    else c[j]=c1[j];
  if(c[j]==0) c[j] = c1[j];
  if(Ef[j]!=0 && sigma[j]!=0 && L[j]!=0 && Em[j]!=0 )
    Fo[j]=pi/2.0-2*atan(pow( (tgPsi[j]*L[j]* (Vf[j]+Em[j]/Ef[j]*(1-Vf[j])) ) / (2*sygma[j]) ),0.5));
  else Fo[j]=0;
  // tgF[j]=tan((Fm[j]+Fo[j])*pi/180.0);
  if(method==2) tgF[j]=tan((Fm[j]*pi/180.0));
  else tgF[j]=tan((Fm[j]*pi/180.0+Fo[j]));
}
}
//-----
Method2::~Method2()
{
  delete []Y; delete []y; delete []b; delete []G; delete []c; delete []tgF; delete []h; delete []tgA; delete []S; delete []P;
  delete []g; delete []t; delete []r; delete []a1; delete []a2; delete []q; delete []Tk; delete []Tg; delete []A; delete []A1;
  delete []A2; delete []Fm;//угол внутреннего трения грунта
  delete []Sxfu;//боковое напряжение в армогрунте
  delete []Em;//модуль упругости грунта
  delete []Ef;//модуль упругости арматуры
  delete []sygma;
  delete []tgPsi;//угол сдвига для каждого блока
  delete []Vf;//объемная концентрация арматуры
  delete []L;//длина арматуры в удерживающем слое
  delete []Sfu;
  delete []Fo;//угол внутреннего трения арматуры
}
//-----
bool Method2::Solovjov()
{
  int i;
  double SumS=S[0]; Sumt=t[0];
  h[0] = Y[0]-y[0];
  for(i=0;i<n;i++)
  {
    h[i+1] = Y[i+1]-y[i+1];
    tgA[i]=(y[i]-y[i+1])/b[i];
    P[i]=(h[i+1]+h[i])*G[i]*b[i]/2;
    g[i]=1+tgA[i]*tgA[i];
    t[i]=P[i]*tgA[i];
    S[i]=P[i]*tgF[i]+c[i]*b[i]*g[i];
    SumS+=S[i]; Sumt+=t[i];
  }
  K1=SumS/Sumt;
  return true;
}
//-----
bool Method2::Tercagi()
{
  int i;
  double Suma1=0,Suma2=0;
  for(i=0;i<n;i++)
  {
    r[i] = pow(g[i],0.5);
    a1[i]=t[i]/r[i];
    a2[i]=S[i]/r[i];
    Suma1+=a1[i]; Suma2+=a2[i];
  }
  K2=Suma2/Suma1;
  return true;
}

```

```

}
//-----
bool Method2::Maslov_Berer1()
{
    int i;
    double SumTk=0;
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        Tk[i] = P[i]*g[i]/(tgA[i]+P[i]/S[i]);
        SumTk+=Tk[i];
    }
    K3=SumTk/Sumt;
    return true;
}
//-----
bool Method2::Maslov_Berer2()
{
    int i;
    double SumTg=0;
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        Tg[i] = P[i]*g[i]/(tgA[i]+P[i]/(S[i]-c[i]*b[i]*tgA[i]*tgA[i]));
        SumTg+=Tg[i];
    }
    K4=SumTg/Sumt;
    return true;
}
//-----
bool Method2::Shahunan()
{
    int i;
    double Sum1=0,Sum2=0,Sum3=0;
    //вычисляем m
    m=0;
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        q[i]=1+tgF[i]*tgA[i];
        Sum1+=fabs(S[i]/q[i]);
        if(tgA[i]<0) { Sum2+=fabs(t[i]/q[i]); m++;}
        else Sum3+=fabs(t[i]/q[i]);
    }
    if(Sum3!=0) K5=(Sum1+Sum2)/Sum3;
    else K5=0;
    return true;
}
//-----
bool Method2::Dorphman()
{
    int i;
    double Sum1=a1[0],Sum2=a2[0];
    for(i=1;i<n;i++)
    {
        A[i]=(1+tgA[i]*tgA[i-1])/(r[i]*r[i-1]);
        Sum1=Sum1*A[i]+a1[i];
        Sum2=Sum2*A[i]+a2[i];
    }
    K6=Sum2/Sum1;
    return true;
}
//-----
bool Method2::Calculate(double Rez[6],double **Rez1)
{
    if(!Solovjov()) return false; //формула Соловьёва
    if(!Tercagi()) return false; //формула Терцаги (вызывается после Соловьёва)
    if(!Maslov_Berer1()) return false; //Формула Маслова-Берера (классический) (после Соловьёва)
    if(!Maslov_Berer2()) return false; //Формула Маслова-Берера (гидростатический) (после Соловьёва)
    if(!Shahunan()) return false; //Формула Шахунянца (после Соловьёва)
    if(!Dorphman()) return false; //Формула Дорфмана (после Терцаги)

    Rez[0]=K1; Rez[1]=K2; Rez[2]=K3; Rez[3]=K4; Rez[4] = K5; Rez[5] = K6;
    for(int i=0;i<n;i++)
    {
        Rez1[0][i] = F0[i];
        Rez1[1][i] = Sxfu[i];
        Rez1[2][i] = c[i];
    }
    return true;
}
//-----

```

```

#pragma package(smart_init)
//M3Unit.h
//-----
#ifndef M3UnitH
#define M3UnitH
//-----
class Method3
{
//Входные данные
long n;//количество всех блоков
long mm;//количество армирующих прокладок
double *Y;//контур откоса, м
double *y;//линия скольжения, м
double *b;//ширина блока, м
double *G;//объемный вес, т/м3
double *c;//сцепление
double *tgF;//угол внутреннего трения грунта
double *hgr;//расстояние от поверхности насыпи до каждой армирующей прокладки поверхности до арматуры
double *L;//длина арматуры в удерживающем слое
double *tgPsi;//угол внутреннего трения грунта по арматуре
//Промежуточные данные
double *N;//удерживающие усилия в арматуре
double *tgA;// тангенс угла наклона i-го блока к горизонту
long m;//количество нисходящих блоков(TdA>0) ??????????????????
double *h;
double *P;
double *g;
double *t;
double *S;
double Sumt;
double K1,K2,K3,K4,K5,K6;
double *r;
double *a1;
double *a2;
double *Tk;
double *Tg;
double *q;
double *A;
double *A1;
double *A2;
public:
Method3(long n1, long m1, double *Y1, double *y1,
double *b1, double *G1, double *c1, double *tgF1, double *hgr1,
double *L1, double *tgPsi1);//конструктор
//Method1();
~Method3();//деструктор
bool Solovjov();//формула Соловьева
bool Tercagi();//формула Терцаги (вызывается после Соловьева)
bool Maslov_Berer1();//Формула Маслова-Берера (классический) (после Соловьева)
bool Maslov_Berer2();//Формула Маслова-Берера (гидростатический) (после Соловьева)
bool Shahunan();//Формула Шахунянца (после Соловьева)
bool Dorphman();//Формула Дорфмана (после Терцаги)
bool Calculate( double Rez[6],double **Rez1//Массив, в кот. помещается результат
);
};
//-----
#endif
//M3Unit.cpp
//-----
#pragma hdrstop
#include "M3Unit.h"
//-----
#include <math.h>
#pragma package(smart_init)
extern const double pi=3.1415926;
//-----
Method3::Method3(long n1, long m1, double *Y1, double *y1,
double *b1, double *G1, double *c1, double *tgF1,double *hgr1,
double *L1, double *tgPsi1)
{
n=n1; mm=m1;
hgr=new double [n];//расстояние от оси абсцисс до каждой армирующей прокладки поверхности до арматуры
L=new double [n];//длина арматуры в удерживающем слое
tgPsi=new double [n];//угол внутреннего трения грунта по арматуре
N=new double [n];//удерживающие усилия в арматуре

Y=new double [n+1]; y=new double [n+1]; b=new double [n]; G=new double [n]; c=new double [n];
tgF=new double [n]; h=new double [n+1]; tgA=new double [n]; P=new double [n]; g=new double [n];
t=new double [n]; S=new double [n]; r=new double [n]; a1=new double [n]; a2=new double [n];

```

```

Tk=new double [n];   Tg=new double [n];   q=new double [n];   A=new double [n];   A1=new double [n];
A2=new double [n];

for(int i=0;i<n;i++)
{
  Y[i]=Y1[i];
  y[i]=y1[i];
  b[i]=b1[i];
  G[i]=G1[i];
  c[i]=c1[i];
  tgF[i]=tan(tgF1[i]*pi/180.0);
  hgr[i]=hgr1[i];
  L[i]=L1[i];
  tgPsi[i]=tan(tgPsi1[i]*pi/180.0);
}
Y[n]=Y1[n];
y[n]=y1[n];
}
//-----
Method3::~Method3()
{
  delete []Y; delete []y; delete []b; delete []G; delete []c; delete []tgF; delete []h; delete []tgA; delete []S; delete []P;
  delete []g; delete []t; delete []r; delete []a1; delete []a2; delete []q; delete []Tk; delete []Tg; delete []A; delete []A1;
  delete []A2; delete []hgr; delete []L; delete []tgPsi; delete []N;
}
//-----
bool Method3::Solovjov()
{
  int i;

  double SumS=S[0]; Sumt=t[0];
  h[0] = Y[0]-y[0];
  for(i=0;i<n;i++)
  {
    h[i+1] = Y[i+1]-y[i+1];
    tgA[i]=(y[i]-y[i+1])/b[i];
    P[i]=(h[i+1]+h[i])*G[i]*b[i]/2;
    N[i]=2*G[i]*hgr[i]*tgPsi[i]*L[i];
    g[i]=1+tgA[i]*tgA[i];
    t[i]=P[i]*tgA[i];
    S[i]=(P[i]+N[i]*tgA[i])*tgF[i]+c[i]*b[i]*g[i]+N[i];
    SumS+=S[i]; Sumt+=t[i];
  }
  K1=SumS/Sumt;
  return true;
}
//-----
bool Method3::Tercagi()
{
  int i;
  double Suma1=0,Suma2=0;
  for(i=0;i<n;i++)
  {
    r[i] = pow(g[i],0.5);
    a1[i]=t[i]/r[i];
    a2[i]=S[i]/r[i];

    Suma1+=a1[i]; Suma2+=a2[i];
  }
  K2=Suma2/Suma1;
  return true;
}
//-----
bool Method3::Maslov_Berer1()
{
  int i;
  double SumTk=0;
  for(i=0;i<n;i++)
  {
    Tk[i] = P[i]*g[i]/(tgA[i]+P[i]/S[i]);
    SumTk+=Tk[i];
  }
  K3=SumTk/Sumt;
  return true;
}
//-----
bool Method3::Maslov_Berer2()
{
  int i;

```

```

double SumTg=0;
for(i=0;i<n;i++)
{
    Tg[i] = P[i]*g[i]/(tgA[i]+P[i]/(S[i]-c[i]*b[i]*tgA[i]*tgA[i]));
    SumTg+=Tg[i];
}
K4=SumTg/Sumt;
return true;
}
//-----
bool Method3::Shahunan()
{
    int i;
    double Sum1=0,Sum2=0,Sum3=0;
    //вычисляем m
    m=0;
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        q[i]=1+tgF[i]*tgA[i];
        Sum1+=fabs(S[i]/q[i]);

        if(tgA[i]<0) { Sum2+=fabs(t[i]/q[i]); m++;}
        else Sum3+=fabs(t[i]/q[i]);
    }
    if(Sum3!=0) K5=(Sum1+Sum2)/Sum3;
    else K5=0;
    return true;
}
//-----
bool Method3::Dorphman()
{
    int i;
    double Sum1=a1[0],Sum2=a2[0];
    for(i=1;i<n;i++)
    {
        A[i]=(1+tgA[i]*tgA[i-1])/(r[i]*r[i-1]);
        Sum1=Sum1*A[i]+a1[i];
        Sum2=Sum2*A[i]+a2[i];
    }
    K6=Sum2/Sum1;
    return true;
}
//-----
bool Method3::Calculate(double Rez[6],double **Rez1)
{
    if(!Solovjov()) return false; //формула Соловьева
    if(!Tercagi()) return false; //формула Терцаги (вызывается после Соловьева)
    if(!Maslov_Berer1()) return false; //Формула Маслова-Берера (классический) (после Соловьева)
    if(!Maslov_Berer2()) return false; //Формула Маслова-Берера (гидростатический) (после Соловьева)
    if(!Shahunan()) return false; //Формула Шахунянца (после Соловьева)
    if(!Dorphman()) return false; //Формула Дорфмана (после Терцаги)
    Rez[0]=K1; Rez[1]=K2; Rez[2]=K3; Rez[3]=K4; Rez[4] = K5; Rez[5] = K6;
    for(int i=0;i<n;i++)
    {
        Rez1[0][i] = S[i];
        Rez1[1][i] = N[i];
    }
    return true;
}
//-----
//M4Unit.h
//-----
#ifndef M4UnitH
#define M4UnitH
//-----
class Method4
{
    //Входные данные
    double G;//объемный вес, т/м3
    double tgF;//угол внутреннего трения грунта
    double Gs;//удельный вес частиц грунта
    double Gv;//удельный вес воды
    double Wi;//влажность
    //Промежуточные данные
    double e;//коэффициент пористости
    double Gd;//объемный вес скелета грунта
    double Gn;//объемный вес грунта в водонасыщенном состоянии
    double GG;
public:

```

```

Method4(double G1, double tgF1, double Gs1, double Gv1, double Wi1);//конструктор
double Calculate();
};
//-----
#endif
//M4Unit.cpp
//-----
#pragma hdrstop
#include "M4Unit.h"
//-----
#include <math.h>
#pragma package(smart_init)
extern const double pi=3.1415926;
//-----
Method4::Method4(double G1, double tgF1, double Gs1, double Gv1, double Wi1)
{
    G=G1;    Gs=Gs1;    Gv=Gv1;    Wi=Wi1;    tgF=tgF1;
}
//-----
double Method4::Calculate()
{
    Gd=G/(1+Wi);
    e=G/Gd-1;
    Gn=(Gs-Gv)/(1+e);
    GG=1-Gv/Gn;
    tgF=GG*tan(tgF*pi/180.0);
    return tgF;
}
//-----
//M5Unit.h
//-----
#ifndef M5UnitH
#define M5UnitH
//-----
class Method5
{
    //Входные данные
    long n;//количество всех блоков, на которые разбивается откос
    double *Y;//контур откоса, м
    double *y;//линия скольжения, м
    double *b;//ширина блока, м
    double *G;//объемный вес, т/м3
    double *c;//сцепление
    double *tgF;//угол внутреннего трения грунта
    double Hv;//высота грунтовых вод
    double H;//высота волны
    double L;//Длина волны
    double gv;//ускорение свободного падения
    double Gv;//плотность воды
    double Prel;//максимальное относительное волновое давление на откос
    double kf;//коэффициент, принимаемый по таблице 10 СНиП 2.06.04-82

    //Промежуточные данные
    double *tgA;// тангенс угла наклона i-го блока к горизонту
    long m; //количество нисходящих блоков(TdA>0)
    double *h;
    double *P;
    double *g;
    double *t;
    double *S;
    double Sumt;
    double K1,K2,K3,K4,K5,K6;
    double *r;
    double *a1;
    double *a2;
    double *Tk;
    double *Tg;
    double *q;
    double *A;
    double *A1;
    double *A2;
    double l1,l2,l3,l4,pd, p1,p2,z2;
public:
    Method5(long n1, double *Y1, double *y1,
            double *b1, double *G1, double *c1, double *tgF1,
            double Hv1, double H1,double L1, double gv1, double Gv1,
            double Pre11, double kf1);//конструктор
    ~Method5(); //деструктор
    bool Volna();

```

```

bool Solovjov(); //формула Соловьева
bool Tercagi(); //формула Терцаги (вызывается после Соловьева)
bool Maslov_Berer1(); //Формула Маслова-Берера (классический) (после Соловьева)
bool Maslov_Berer2(); //Формула Маслова-Берера (гидростатический) (после Соловьева)
bool Shahunan(); //Формула Шахунянца (после Соловьева)
bool Dorphman(); //Формула Дорфмана (после Терцаги)
bool Calculate( double Rez[7], double Rez1[5] //Массив, в кот. помещается результат
);

};
//-----
#endif
//M5Unit.cpp
//-----
#pragma hdrstop
#include "M5Unit.h"
//-----
#include <math.h>
#pragma package(smart_init)
extern const double pi=3.1415926;
//-----
Method5::Method5(long n1, double *Y1, double *y1,
double *b1, double *G1, double *c1, double *tgF1,
double Hv1, double H1, double L1, double gv1, double Gv1,
double Prel1, double kf1)
{
n=n1; Hv=Hv1; H=H1; L=L1; gv=gv1; Gv=Gv1; Prel=Prel1; kf=kf1;
Y=new double [n+1]; y=new double [n+1]; b=new double [n];
G=new double [n]; c=new double [n]; tgF=new double [n];
h=new double [n+1]; tgA=new double [n]; P=new double [n];
g=new double [n]; t=new double [n]; S=new double [n];
r=new double [n]; a1=new double [n]; a2=new double [n];
Tk=new double [n]; Tg=new double [n]; q=new double [n];
A=new double [n]; A1=new double [n]; A2=new double [n];
for(int i=0;i<n;i++)
{
Y[i]=Y1[i];
y[i]=y1[i];
b[i]=b1[i];
G[i]=G1[i];
c[i]=c1[i];
tgF[i]=tan(tgF1[i]*pi/180.0);
}
Y[n]=Y1[n];
y[n]=y1[n];
}
//-----
Method5::~Method5()
{
delete []Y; delete []y; delete []b; delete []G; delete []c; delete []tgF; delete []h; delete []tgA; delete []S; delete []P;
delete []g; delete []t; delete []r; delete []a1; delete []a2; delete []q; delete []Tk; delete []Tg; delete []A; delete []A1;
delete []A2;
}
//-----
bool Method5::Volna()
{
double Av,Bv,Lf,ks,fi,y2,y3,y1,y4,y5;
int i;
fi=0.001;
for(i=0;i<n;i++)
{
if(y[i]>Hv && y[i+1]<Hv) fi=atan((y[i]-y[i+1])/b[i]);
}
Av=H*(0.47+0.023*L/H)*(1+pow(1/tan(fi),2))/pow(1/tan(fi),2);
Bv=H*(0.95-(0.84*1/tan(fi)-0.25)*H/L);
z2=Av+pow(tan(fi),2)*(1-pow(2*pow(1/tan(fi),2),0.5))*(Av+Bv);
Lf=L/(tan(fi)*pow(1/(tan(fi)*tan(fi))-1,0.25));
l1=0.0125*Lf;
l3=0.0265*Lf;
l2=0.0325*Lf;
l4=0.0675*Lf;
ks=0.85+4.8*H/L+1/tan(fi)*(0.028-1.15*H/L);
pd=ks*kf*Prel*Gv*gv*H;
p1=0.4*pd; p2=0.1*pd;

y2=Hv-z2;
for(i=0;i<n;i++)
{
tgA[i]=(y[i]-y[i+1])/b[i];
if(y[i]>y2 && y[i+1]<y2)

```



```

    {
        tgA[i]+= pd*sin(fi);
        tgF[i]+= pd*cos(fi);
    }
}
y1=y2+l1*sin(fi);
for(i=0;i<n;i++)
{
    if(y[i]>y1 && y[i+1]<y1)
    {
        tgA[i]+= 0.4*pd*sin(fi);
        tgF[i]+= 0.4*pd*cos(fi);
    }
}
y3=y2+l2*sin(fi);
for(i=0;i<n;i++)
{
    if(y[i]>y3 && y[i+1]<y3)
    {
        tgA[i]+= 0.1*pd*sin(fi);
        tgF[i]+= 0.1*pd*cos(fi);
    }
}
y4=y2-l3*sin(fi);
for(i=0;i<n;i++)
{
    if(y[i]>y4 && y[i+1]<y4)
    {
        tgA[i]+= 0.4*pd*sin(fi);
        tgF[i]+= 0.4*pd*cos(fi);
    }
}
y5=y2-l4*sin(fi);
for(i=0;i<n;i++)
{
    if(y[i]>y5 && y[i+1]<y5)
    {
        tgA[i]+= 0.1*pd*sin(fi);
        tgF[i]+= 0.1*pd*cos(fi);
    }
}
    return true;
}
//-----
bool Method5::Solovjov()
{
    int i;
    double SumS=S[0]; Sumt=t[0];
    h[0] = Y[0]-y[0];
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        h[i+1] = Y[i+1]-y[i+1];
        //tgA[i]=(y[i]-y[i+1])/b[i];
        P[i]=(h[i+1]+h[i])*G[i]*b[i]/2;
        g[i]=1+tgA[i]*tgA[i];
        t[i]=P[i]*tgA[i];
        S[i]=P[i]*tgF[i]+c[i]*b[i]*g[i];
        SumS+=S[i]; Sumt+=t[i];
    }
    K1=SumS/Sumt;
    return true;
}
//-----
bool Method5::Tercagi()
{
    int i;
    double Suma1=0,Suma2=0;
    for(i=0;i<n;i++)
    {
        r[i] = pow(g[i],0.5);
        a1[i]=t[i]/r[i];
        a2[i]=S[i]/r[i];
        Suma1+=a1[i]; Suma2+=a2[i];
    }
    K2=Suma2/Suma1;
    return true;
}
//-----
bool Method5::Maslov_Berer1()

```

```

{
  int i;
  double SumTk=0;
  for(i=0;i<n;i++)
  {
    Tk[i] = P[i]*g[i]/(tgA[i]+P[i]/S[i]);
    SumTk+=Tk[i];
  }
  K3=SumTk/Sumt;
  return true;
}
//-----
bool Method5::Maslov_Berer2()
{
  int i;
  double SumTg=0;
  for(i=0;i<n;i++)
  {
    Tg[i] = P[i]*g[i]/(tgA[i]+P[i]/(S[i]-c[i]*b[i]*tgA[i]*tgA[i]));
    SumTg+=Tg[i];
  }
  K4=SumTg/Sumt;
  return true;
}
//-----
bool Method5::Shahunan()
{
  int i;
  double Sum1=0,Sum2=0,Sum3=0;
  //вычисляем m
  m=0;
  for(i=0;i<n;i++)
  {
    q[i]=1+tgF[i]*tgA[i];
    Sum1+=fabs(S[i]/q[i]);
    if(tgA[i]<0) { Sum2+=fabs(t[i]/q[i]); m++;}
    else Sum3+=fabs(t[i]/q[i]);
  }
  if(Sum3!=0) K5=(Sum1+Sum2)/Sum3;
  else K5=0;
  return true;
}
//-----
bool Method5::Dorphman()
{
  int i;
  double Sum1=a1[0],Sum2=a2[0];
  for(i=1;i<n;i++)
  {
    A[i]=(1+tgA[i]*tgA[i-1])/(r[i]*r[i-1]);
    Sum1=Sum1*A[i]+a1[i];
    Sum2=Sum2*A[i]+a2[i];
  }
  K6=Sum2/Sum1;
  return true;
}
//-----
bool Method5::Calculate(double Rez[7], double Rez1[5])
{
  if(!Volna()) return false; //Волновая формула
  if(!Solovjov()) return false; //формула Соловьева
  if(!Tercagi()) return false; //формула Терцаги (вызывается после Соловьева)
  if(!Maslov_Berer1()) return false; //Формула Маслова-Берера (классический) (после Соловьева)
  if(!Maslov_Berer2()) return false; //Формула Маслова-Берера (гидростатический) (после Соловьева)
  if(!Shahunan()) return false; //Формула Шахунянца (после Соловьева)
  if(!Dorphman()) return false; //Формула Дорфмана (после Терцаги)
  Rez[0]=K1; Rez[1]=K2; Rez[2]=K3; Rez[3]=K4; Rez[4] = K5; Rez[5] = K6;
  Rez1[0]=l1; Rez1[1]=l2; Rez1[2]=l3; Rez1[3]=l4; Rez1[4] = pd; Rez1[5] = p1;
  Rez1[6] = p2;
  return true;
}
//-----
//M51Unit.h
//-----
#ifdef M51UnitH
#define M51UnitH
//-----
//-----
class Method51

```

```

{
//Входные данные
double fi;//угол наклона откоса к горизонту
double H;//высота волны
double L;//Длина волны
double gv;//ускорение свободного падения
double Gv;//плотность воды
double Prel;//максимальное относительное волновое давление на откос
double kf;//коэффициент, принимаемый по таблице 10 СНиП 2.06.04-82
double l1,l2,l3,l4,pd, p1,p2,z2;
public:
Method51(double fi1, double H1,double L1, double gv1, double Gv1,
double Prel1, double kf1);//конструктор
bool Volna();
bool Calculate( double Rez1[]);
};
//-----
#endif
//M51Unit.cpp
//-----
#pragma hdrstop
#include "M51Unit.h"
//-----
#include <math.h>
#pragma package(smart_init)
extern const double pi=3.1415926;
//-----
Method51::Method51(double fi1, double H1,double L1, double gv1, double Gv1,
double Prel1, double kf1)
{
H=H1;
L=L1;
gv=gv1;
Gv=Gv1;
Prel=Prel1;
kf=kf1;
fi=fi1*pi/180.0;
}
//-----
bool Method51::Volna()
{
double Av,Bv,Lf,ks,y2,y3,y1,y4,y5;
int i;
Av=H*(0.47+0.023*L/H)*(1+pow(1/tan(fi),2))/pow(1/tan(fi),2);
Bv=H*(0.95-(0.84*1/tan(fi)-0.25)*H/L);
z2=Av+pow(tan(fi),2)*(1-pow(2*pow(1/tan(fi),2),0.5))*(Av+Bv);
double Lf1, Lf2;
Lf1=1/(tan(fi)*tan(fi))-1;
Lf2= pow(Lf1,0.25);
Lf=L/( tan(fi)* Lf2);
l1=0.0125*Lf;
l3=0.0265*Lf;
l2=0.0325*Lf;
l4=0.0675*Lf;
ks=0.85+4.8*H/L+1/tan(fi)*(0.028-1.15*H/L);
pd=ks*kf*Prel*Gv*gv*H;
p1=0.4*pd; p2=0.1*pd;
return true;
}
//-----
bool Method51::Calculate(double Rez1[])
{
if(!Volna()) return false; //Волновая формула
Rez1[0]=l1; Rez1[1]=l2; Rez1[2]=l3; Rez1[3]=l4; Rez1[5] = pd; Rez1[6] = p1;
Rez1[7] = p2; Rez1[4]=z2;
return true;
}
//-----

```

**ДОДАТОК Д**  
**СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

*Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації*

*Монографія*

1. Планування розміщення і організація будівництва та реконструкції об'єктів доступного житла з урахуванням містоформуючих особливостей територій великих міст: монографія / Кравчуновська Т.С., Броневицький С.П., Ковальов В.В., Данилова Т.В., Ткач Т.В. Дніпро: Літограф, 2019. 228 с.

*Статті у наукових фахових виданнях України*

2. Кравчуновська Т.С., Броневицький С.П., Разумова О.В., Ковальов В.В. Аналіз ресурсів для потенційної вторинної забудови та комплексної реконструкції міських територій. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. Днепропетровск: ГВУЗ «ПГАСА», 2016. Вып. 91. С. 70–76.

3. Сєдін В.Л., Кравчуновська Т.С., Броневицький С.П., Ковальов В.В. Стан і проблеми розвитку та використання територій промислових і складських підприємств. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Стародубовские чтения. Днепр: ГВУЗ «Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры», 2017. Вып. 96. С. 139–144.

4. Кравчуновська Т.С., Броневицький С.П., Ковальов В.В., Заяць Є.І. Особливості реконструкції промислових підприємств із урахуванням містобудівної цінності території. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Создание высокотехнологических экокомплексов в Украине на основе концепции сбалансированного (устойчивого) развития.

Днепр: ГВУЗ «Придніпр. гос. академия стр-ва и архитектуры», 2017. Вып. 99. С. 101–106.

5. Сєдін В.Л., Ковальов В.В., Кравчуновська Т.С. Комплексний підхід до організації реконструкції промислових підприємств в умовах екологізації міського середовища. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении. Днепр: ГВУЗ ПГАСА, 2017. Вып. 101. С. 198–202.

6. Сєдін В.Л., Ковальов В.В., Кравчуновська Т.С. Розвиток методів оцінювання, аналізу, обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2017. № 2. С. 49–54. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

7. Ковальов В.В. Обґрунтування доцільності функціонального переосвоєння територій великих міст. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2017. № 4. С. 71–76. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

8. Ковальов В.В., Кулещак З.П. Специфіка редевелопменту нераціонально використовуваних промислових територій. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2017. № 5. С. 69–74. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

9. Ковальов В.В. Принципи формування множини факторів, які впливають на техніко-економічні показники проектів реконструкції промислових підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2017. № 6. С. 72–77. (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

10. Ковальов В.В. Кластерний підхід до організації управління проектами реконструкції промислових підприємств. *Науковий вісник*

*будівництва*. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2018. Т. 91, №. 1. С. 100-107. DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-100-107.

11. Ковальов В.В., Броневицький С.П. Розвиток об'єктів громадського обслуговування при редевелопменті промислових територій. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Серія: Стародубовские чтения. Днепр: ГВУЗ «Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры», 2018. Вып. 104. С. 160–165.

12. Кравчуновська Т.С., Ковальов В.В., Броневицький С.П., Нечепуренко Д.С. Реконструкція промислових підприємств із застосуванням прогресивних організаційних форм. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2018. № 1. С. 19–26. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.170118.19.36 (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

13. Zaiats Ye.I., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S., Kirnos O.V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. № 2 (164). P. 123–129. DOI: 10.29202/nvngu/2018-2/24 (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus).

14. Ковальов В.В., Броневицький С.П. Планування заходів щодо модернізації промислових об'єктів при комплексній реконструкції міської забудови. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. Серія: Технічні науки. Київ: Тавр. нац. ун-т ім. В.І. Вернадського, 2018. Т. 29 (68), № 2. С. 320-323.

15. Ковальов В.В. Організація модернізації транспортно-дорожньої інфраструктури при комплексній реконструкції міської забудови. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2018. Т. 92, №. 2. С. 167–172. DOI: 10.29295/2311-7257-2018-92-2-167-172.

16. Ковалев В.В., Кирнос О.В. Современные подходы к предварительной оценке инвестиционно-строительных проектов с учетом

стохастичности процессов. *Нові технології в будівництві*. Київ: НДІБВ, 2018. № 34. С. 39–42.

17. Ковальов В.В. Науково обґрунтований підхід до економічної та соціально прийнятної реконструкції депресивних промислових територій і підприємств. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2018. № 3. С. 74–80. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.250918.74.199> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

18. Чернишев Д.О., Заяць Є.І., Ковальов В.В. Вимоги до інструментарію організаційно-технологічного супроводу проектів біосферосумісного будівництва. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2018. № 4. С. 48–55. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.48.310> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

19. Ковальов В.В., Данилова Т.В., Єпіфанцева С.В. Систематизація організаційно-технологічних та інших факторів, які впливають на вартість будівництва об'єктів, з урахуванням вимог щодо їх енергоефективності і екологічності. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2018. № 6. С. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.261218.57.448> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

20. Ковальов В.В., Кравчуновська Т.С., Данилова Т.В., Єпіфанцева С.В. Формування вимог до об'єктів будівництва протягом їх повного життєвого циклу. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Київ: КНУБА, 2019. Вип. 39, ч. 1. С. 179–186.

21. Ковальов В.В., Броневицький С.П., Протасова Є.В. Розвиток будівельного комплексу з урахуванням завдань ревіталізації та реконструкції деградованих об'єктів. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2019. № 1. С. 19–32. DOI:

<https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.260319.19.402> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

22. Sedin V.L., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S., Nechepurenko D.S. Trends and approaches to reorganization of urban environment. *Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво*. Полтава: ПолтНТУ, 2019. Вип. 1 (52)'2019. С. 179–184. DOI: <https://doi.org/10.26906/znp.2019.52.1694>.

23. Ковальов В.В. Дослідження впливу визначальних факторів на показники ефективності організаційно-технологічних рішень реконструкції промислових будівель. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Серія: Технічні науки. Київ: КНУБА, 2020. Вип. 43. С. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2020.43.23-31>.

24. Ковальов В.В. Розроблення програмного комплексу розрахунку стійкості розташованих поруч зі схилами промислових будівель для їх реконструкції. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро: ПДАБА, 2020. № 1. С. 49–58. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.49.610> (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus).

25. Kravchunovska T., Zaiats Ye., Kovalov V., Nechepurenko D., Kirnos K. Choosing the rational management of high-rise building construction projects. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 3, No. 3 (105) (2020): Control Processes. P. 24–33. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.205135 (Видання включено до міжнародної наукометричної бази Scopus).

### ***Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації***

26. Кравчуновська Т.С., Седін В.Л., Ковальов В.В. Обґрунтування доцільності реконструкції будівель промислових підприємств на основі концепції сталого розвитку міст. *Ефективні технології в будівництві: тези доповідей II Міжнар. наук.-техн. конф., 6–7 квітня 2017 р.* Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. С. 124–125.



27. Ковальов В.В. Розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури при реконструкції промислових підприємств. *Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві*: тези доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф., 21–22 березня 2018 р. Харків: ФОП Бровін О.В., 2018. С. 23–24.

28. Ковальов В.В. Теоретичні аспекти організації реконструкції промислових підприємств зі зміною функціонального призначення. *Ефективні технології в будівництві*: тези доп. III Міжнар. наук.-техн. конф., 28–29 березня 2018 р. Київ: Видавництво Ліра-К, 2018. С. 83–84.

29. Ковальов В.В., Мороз П.В. Організація ревіталізації промислових будівель. *Проблеми будівництва, водокористування та екології*: тези доп. Всеукр. 79 наук.-практ. конф. студ. та молод. вчених, 25–31 березня 2019 р. Дніпро: Дніпровськ. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2019. С. 74–75.

30. Kovalov V., Moroz P., Shashkina N. Reconstruction of industrial buildings as territorial resources for further urban development. *Наука і техніка: перспективи XXI століття*: тези доп. Міжвуз. наук.-практ. конф. молод. вчених, 18 квітня 2019 р. Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2019. С. 70–71.

31. Ковальов В.В. Чинники, що характеризують особливості виробництва робіт в умовах реконструкції промислових будівель зі зміною функціонального призначення. *Інноваційні технології у будівництві, цивільній інженерії та архітектурі*: тези доп. XVIII Міжнар. наук.-практ. конф., 26 листопада 2020 р. Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2020. С. 78–79.

***Наукові праці, які додатково відображають наукові результати  
дисертації***

32. Ковальов В. Аналіз сучасної практики організації та управління реконструкцією промислових будівель зі зміною їх функціонального призначення. *Theoretical Foundations of Civil Engineering*. Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2017. Vol. 24. P. 63–70.