

УДК 69.032.22:658.512.4

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.300819.36.509

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ СПОРУДЖЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

КРАВЧУНОВСЬКА Т. С.^{1*}, *д. т. н., проф.*,
СПІФАНЦЕВА С. В.², *здоб.*

^{1*} Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-92, e-mail: kts789d@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

² Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: pov@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-9296-8745

Анотація. Постановка проблеми. Зважаючи на значну вартість висотного будівництва, актуальним постає створення інструментарію прогнозування вартості спорудження висотних будівель в умовах щільної міської забудови, з урахуванням містобудівної цінності території та дотримання вимог щодо енергоощадності і біосферної сумісності висотних об'єктів, призначеного, перш за все, для потреб замовника, інвестора. **Мета статті** – розроблення методичного підходу до обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель з урахуванням їх енергоощадності, екологічності та містобудівної цінності території з подальшою програмною реалізацією. **Висновок.** За результатами моделювання зв'язку між факторними і результативними ознаками встановлено найбільш статистично достовірні моделі для обґрунтування вартості висотного будівництва, які дозволяють кількісно оцінити вплив визначальних організаційно-технологічних і економічних факторів на вартість спорудження висотних будівель і можуть бути використані для розроблення методики обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель. Оцінювання встановлених залежностей вартості висотного будівництва від визначальних організаційно-технологічних і економічних факторів за критерієм Фішера, а також практична апробація в проектно-будівельних організаціях підтвердили їх адекватність реальному процесу спорудження висотних будівель. Запропонований методичний підхід дозволяє, шляхом організаційно-економічних розрахунків, із застосуванням виявлених закономірностей впливу організаційно-технологічних та економічних факторів на вартість висотного будівництва, дати кількісну оцінку показникам ефективності організаційно-технологічних рішень.

Ключові слова: висотна будівля; висотне будівництво; вартість; енергоефективність; екологічність

ПРОГРАМНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОБОСНОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ВИСОТНЫХ ЗДАНИЙ

КРАВЧУНОВСКАЯ Т. С.^{1*}, *д-р техн. наук, проф.*,
ЕПИФАНЦЕВА С. В.², *соиск.*

^{1*} Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-92, e-mail: kts789d@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

² Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: pov@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-9296-8745

Аннотация. Постановка проблемы. Учитывая значительную стоимость высотного строительства, актуальной является задача создания инструментария прогнозирования стоимости строительства высотных зданий в условиях плотной городской застройки, с учетом градостроительной ценности территории и соблюдения требований по энергосбережению и биосферной совместимости высотных объектов, предназначенного, прежде всего, для нужд заказчика, инвестора. **Цель статьи** – разработка методического подхода к обоснованию и выбору рациональных организационно-технологических решений сооружения высотных зданий с учетом их энергосбережения, экологичности и градостроительной ценности территории с последующей программной реализацией. **Вывод.** По результатам моделирования связи между факторными и результативными признаками установлены наиболее статистически достоверные модели для обоснования стоимости высотного строительства, которые позволяют количественно оценить влияние определяющих

организационно-технологических и экономических факторов на стоимость строительства высотных зданий и могут быть использованы при разработке методики обоснования и выбора рациональных организационно-технологических решений сооружения высотных зданий. Оценка установленных зависимостей стоимости высотного строительства от определяющих организационно-технологических и экономических факторов по критерию Фишера, а также практическая апробация в проектно-строительных организациях подтвердили их адекватность реальному процессу строительства высотных зданий. Предложенный методический подход позволяет, путем организационно-экономических расчетов с применением выявленных закономерностей влияния организационно-технологических и экономических факторов на стоимость высотного строительства, дать количественную оценку показателям эффективности организационно-технологических решений.

Ключевые слова: *высотное здание; высотное строительство; стоимость; энергоэффективность; экологичность*

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE MODELS OF SUBSTANTIATION OF RATIONAL ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL DECISIONS FOR THE CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS

KRAVCHUNOVSKA T.S.^{1*}, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
YEPIFANTSEVA S.V.², *Postgrad. Stud.*

^{1*} Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-92, e-mail: ks789d@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

^{2*} Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: pov@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-9296-8745

Abstract. Problem statement. Considering the significant cost of high-rise construction, the urgent task is to create tools for the prediction of the cost of building high-rise buildings in dense urban areas, taking into account the urban development value of the territory and compliance with the requirements for energy conservation and biosphere compatibility of high-rise buildings, designed primarily for the needs of customer and investor. **Purpose of the article.** Development of a methodological approach to the substantiation and selection of rational organizational and technological solutions for the construction of high-rise buildings, taking into account their energy conservation, environmental friendliness and urban development value of the territory with subsequent program implementation. **Conclusion.** Based on the results of modeling the relationship between factor and effective signs, the most statistically reliable models were established to justify the cost of high-rise construction, which allow us to quantify the influence of determining organizational, technological and economic factors on the cost of the construction of high-rise buildings and can be used to develop a methodology for substantiating and choosing rational organizational and technological solutions for the construction of high-rise buildings. An assessment of the established dependences of the cost of high-rise construction on the determining organizational, technological and economic factors by the Fisher criterion, as well as practical testing in design and construction organizations, confirmed their adequacy to the real process of building high-rise buildings. The proposed methodological approach allows, through organizational and economic calculations using the identified patterns of the influence of organizational, technological and economic factors on the cost of high-rise construction, to quantify the performance indicators of organizational and technological decisions.

Keywords: *high-rise building; high-rise construction; cost; energy efficiency; environmental friendliness*

Постановка проблеми. Міста повинні постійно змінюватись, пристосовуючись до еволюціонуючих потреб населення і зміни соціально-побутового устрою суспільства. За таких умов висотне будівництво – це актуальний сучасний шлях розвитку великих міст [14; 16].

Зважаючи на значну вартість висотного будівництва, актуальним постала завдання створення інструментарію прогнозування вартості спорудження висотних будівель в умовах щільної міської забудови, з

урахуванням містобудівної цінності території та дотримання вимог щодо енергоощадності і біосферної сумісності висотних об'єктів, призначеного, перш за все, для потреб замовника, інвестора.

Обґрунтування та вибір раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель засновані на визначенні вартості висотного будівництва, у розрахунок якої необхідно брати до уваги системний вплив визначальних організаційно-технологічних і

економічних факторів, а також можливості коригування рішень, що розглядаються, з метою забезпечення заданих ресурсних обмежень.

Аналіз публікацій. Забезпеченню організаційно-технологічної та управлінської надійності спорудження об'єктів будівництва присвячено дослідження Є. І. Зайця [10; 18], В. Р. Млодецького [11], Д. О. Чернишева [16] та інших. Вони виконані для умов нового житлово-цивільного будівництва і ще не знайшли застосування в галузі висотного будівництва. Адаптація одержаних результатів до умов спорудження висотних будівель в ущільненій міській забудові може спонукати до принципово нових рішень.

В останні десятиліття одержали розвиток дослідження, присвячені розвитку наукових основ технології й організації будівельно-монтажних процесів, пов'язаних із спорудженням висотних будівель. До таких належать праці В. Г. Бадеяна [2], Д. Ф. Гончаренка [4], П. Є. Григоровського [5], Є. І. Зайця [6], С. В. Шатова [13] та інших, в яких розроблено прогресивні будівельні матеріали та технології; створено інструментарій забезпечення точності геометричних параметрів конструкцій висотних будівель, у тому числі вертикальних елементів жорсткості і колон; запропоновано рішення з комплексної безпеки та протипожежного захисту; розроблено рекомендації щодо обґрунтування організаційно-технологічних рішень спорудження висотних багатофункціональних комплексів, які забезпечують уведення в експлуатацію об'єктів із заданими техніко-економічними характеристиками.

Проблема висотного будівництва не може бути вирішена без досягнень у галузі архітектури, будівельних конструкцій, будівельного матеріалознавства та екології, які наведених в працях В. І. Большакова [3], Л. М. Ковальського [8], Т. Г. Маклакової [9], Mir M. Ali [17], He Jinchao [15], Sun Lijun [15], Akbar R. Tamboli [19], Ken Yeang [20] та інших науковців.

Незважаючи на наявність достатньо великої кількості ґрунтовних праць із різних аспектів висотного будівництва, до цього часу відсутнє вичерпне наукове обґрунтування організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель, яке враховувало б специфічні умови енергоощадності і біосферної сумісності таких об'єктів, а також містобудівну цінність територій, що потребує подальших досліджень у цьому напрямку.

Мета статті – розроблення методичного підходу до обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель з урахуванням їх енергоощадності, екологічності та містобудівної цінності території з його програмним втіленням.

Результати досліджень. Для виявлення та кількісної оцінки впливу визначальних факторів на техніко-економічні показники проаналізовано 25 проектів спорудження висотних будівель, відомості про які надано Комунальною організацією «Інститут Генерального плану м. Києва».

За результатами всіх поліноміальних залежностей вартості висотного будівництва (C) від фактора якості висотної будівлі ($f_{як}$), фактора безпечності висотної будівлі ($f_{б}$), фактора енергоефективності висотної будівлі ($f_{ен}$), фактора екологічності висотної будівлі ($f_{екол}$), фактора ефективної експлуатації висотної будівлі ($f_{експл}$) [7; 14] відібрано моделі, що посідають перше місце за якістю апроксимації експериментальних досліджень, які наведено в таблиці 1.

Виявлені залежності покладено в основу методики обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель з урахуванням їх енергоощадності, екологічності та містобудівної цінності території.

Сутність запропонованого методичного підходу до обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель, заснованого на врахуванні організаційно-технологічних аспектів реконструкції

житлових кварталів (мікрорайонів), показано на рисунку 1.

Запропонований підхід передбачає формування множини початкових даних, множини вимог і обмежень щодо отримання та застосування очікуваного результату, з урахуванням істотних умов реалізації проекту.

Початковими даними виступають такі:

- $f_{як_j}$ – j -та складова групи факторів якості висотної будівлі ($j = \overline{1, m}$);
- m – кількість складових групи факторів якості висотної будівлі;
- $f_{б\text{мер}_i}$ – i -та складова підгрупи факторів безпечності території висотної будівлі ($i = \overline{1, n}$);
- n – кількість складових підгрупи факторів безпечності території висотної будівлі;
- $f_{б\text{вд}_z}$ – z -та складова підгрупи факторів безпечності власне висотної будівлі ($z = \overline{1, w}$);
- w – кількість складових підгрупи факторів безпечності власне висотної будівлі;
- $w_{б\text{мер}}$ – коефіцієнт вагомості підгрупи факторів безпечності висотної будівлі;
- $w_{б\text{вд}}$ – коефіцієнт вагомості підгрупи факторів безпечності території та безпечності власне будівлі;
- $f_{ен_k}$ – k -та складова підгрупи факторів енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій ($k = \overline{1, l}$);
- l – кількість складових підгрупи факторів енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;
- $w_{ен_l}$ – коефіцієнт вагомості підгрупи факторів енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;

- $f_{ен_g}$ – g -та складова підгрупи факторів енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами ($g = \overline{1, h}$);
- h – кількість складових підгрупи факторів енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;
- $w_{ен_2}$ – коефіцієнт вагомості підгрупи факторів енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами;
- $f_{екол_1_p}$ – p -та складова підгрупи факторів екологічності зовнішнього середовища висотної будівлі ($p = \overline{1, q}$);
- $f_{екол_2_p}$ – p -та складова підгрупи факторів екологічності внутрішнього середовища висотної будівлі;
- q – кількість складових підгруп факторів екологічності зовнішнього та внутрішнього середовища висотної будівлі;
- $w_{екол_1}$ – коефіцієнт вагомості підгрупи факторів екологічності зовнішнього середовища висотної будівлі;
- $w_{екол_2}$ – коефіцієнт вагомості підгрупи факторів екологічності внутрішнього середовища висотної будівлі;
- $f_{експ_u}$ – u -та складова групи факторів забезпечення ефективної експлуатації висотної будівлі ($u = \overline{1, v}$);
- v – кількість складових групи факторів забезпечення ефективної експлуатації висотної будівлі.

На підставі введених початкових даних обчислюються значення фактора якості висотної будівлі ($f_{як}$), фактора безпечності висотної будівлі ($f_{б}$), фактора енергоефективності висотної будівлі ($f_{ен}$), фактора екологічності висотної будівлі ($f_{екол}$), фактора ефективної експлуатації висотної будівлі ($f_{експ}$).

Застосовуючи розраховані значення вказаних факторів, обчислюємо прогнозовану вартість спорудження висотної будівлі на основі статистично

достовірних моделей, наведених у таблиці 1. Якщо отримане значення вартості спорудження висотної будівлі не відповідає існуючим вимогам та обмеженням, відбувається коригування значень визначальних факторів, перерахунок вартості й виведення діапазону значень прогнозованої вартості.

У випадку, коли користувачем запропонованого підходу є замовник або інвестор, доцільно буде врахувати містобудівну цінність території шляхом множення прогнозованого значення вартості висотного будівництва на відповідний коефіцієнт.

Таблиця 1

**Поліноміальні моделі для обґрунтування вартості висотного будівництва /
The polynomial models to justify the cost of high-rise construction**

Вид залежності	Коефіцієнт детермінації, %	Значення критерію Фішера	
		фактичне, F_ϕ	табличне, F_m
$C = -108589 + 253952 \cdot f_{як} - 145316 \cdot f_{як}^2$	83,4	55,26	4,28
$C = -113714 + 248396 \cdot f_6 - 133127 \cdot f_6^2$	87,66	78,12	4,28
$C = -58311 + 133550 \cdot f_{ен} - 73647,7 \cdot f_{ен}^2$	95,84	253,57	4,28
$C = -36046,3 + 89783,5 \cdot f_{екол} - 52613,2 \cdot f_{екол}^2$	95,53	235,18	4,28
$C = -75414,9 + 186571 \cdot f_{експл} - 111878 \cdot f_{експл}^2$	95,51	233,98	4,28

Коефіцієнт, що враховує містобудівну цінність території, може бути визначений за такою формулою:

$$k_{мит} = \frac{x_i^m}{x_{max}^m},$$

де x_i^m – значення коефіцієнта, який характеризує місце розташування i -ї земельної ділянки; x_{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 [1] методикою, яка полягає в наступному.

Коефіцієнт, який характеризує місцерозташування земельної ділянки, зумовлюється двома групами факторів зонального та локального характеру і обчислюється за формулою:

$$x_i^m = km2_i \cdot km3_i,$$

де $km2_i$ – зональний коефіцієнт, який характеризує містобудівну цінність

території в межах населеного пункту; $km3_i$ – локальний коефіцієнт, який враховує місце розташування земельної ділянки в межах економіко-планувальної зони.

Вихідними даними для обчислення зональних і локальних коефіцієнтів постають генеральні плани та проекти планування і забудови населених пунктів, плани їх земельно-господарського устрою, матеріали економічної оцінки їх територій.

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.

Для зв'язування значення локального коефіцієнта, який враховує місце розташування земельної ділянки в межах економіко-планувальної зони, враховуються:

- територіально-планувальні особливості (зона магістралей підвищеного містоформівного значення, зона пішохідної доступності зупинок швидкісного транспорту, зона пішохідної доступності громадських центрів (500 м), прирейкова зона (ділянка розташована або примикає до відводу залізниці, має під'їзну залізничну колію));

- інженерно-геологічні особливості (земельні ділянки, що мають схил поверхні понад 20 %, глибина залягання ґрунтових вод менше 3 м, місцезнаходження земельної ділянки в зоні затоплення паводком понад 4 % забезпеченості (шар затоплення понад 2 м), зона значної заболоченості з ґрунтовим живленням, що важко осушується, зона небезпечних геологічних процесів (зсуви, карст, яружна ерозія – яри глибиною понад 10 м), яри глибиною понад 10 м, наливні (насіпні) 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) [12].

До переваг запропонованого методичного підходу до обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель належать:

- можливість прогнозування вартості висотного будівництва за різних обсягів наявної інформації щодо особливостей висотної будівлі та умов реалізації проекту;

- врахування системного впливу визначальних факторів, що характеризують якість, безпечність, енергоощадність, екологічність та ефективність експлуатації, для визначення вартості спорудження висотної будівлі;

- можливість коригування значення вартості спорудження висотної будівлі відповідно до існуючих вимог та обмежень шляхом варіювання значень параметрів об'єкта.

Для забезпечення актуальною інформацією щодо прогнозованої вартості висотного будівництва для прийняття своєчасних рішень необхідний інструмент оперативної обробки та аналізу початкових даних. Із цією метою здійснено програмну реалізацію моделей обґрунтування раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель, з використанням запропонованого алгоритму обґрунтування ефективності реалізації проектів висотного будівництва (рис. 1), за допомогою додатка Microsoft Access, засоби якого дозволяють суттєво спростити процеси введення та оброблення початкових даних, аналізу даних, а також подання

розрахованих значень досліджуваних показників у вигляді звітів.

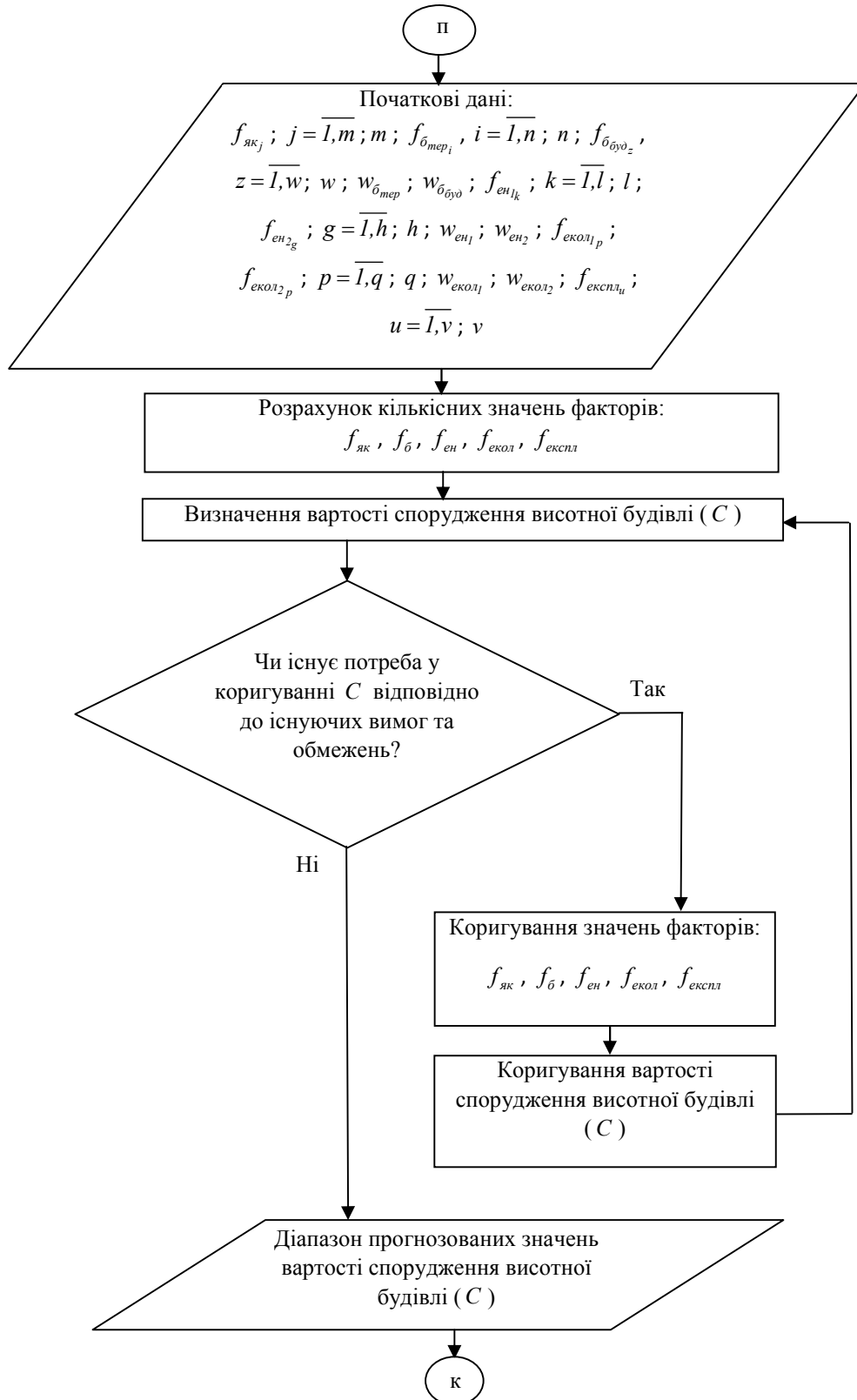


Рис. 1. Блок-схема обґрунтування раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель / Fig. 1. The block diagram of the rationale for rational organizational and technological solutions for the construction of high-rise buildings

Розроблений програмний продукт дозволяє ухвалювати науково обґрунтовані рішення щодо ефективності реалізації проектів висотного будівництва за критерієм його вартості завдяки врахуванню системного впливу визначальних факторів.

Уведення початкової інформації виконується за допомогою закладок, що містять окремі поля, з яких інформація надходить до бази даних, де потім зберігається.

Спочатку до бази даних вводиться інформація щодо значень: j -тих складових групи факторів якості висотної будівлі ($f_{як_j}$), i -тих складових підгрупи факторів безпечності території висотної будівлі ($f_{тер_i}$), z -тих складових підгрупи факторів безпечності власне висотної будівлі ($f_{б\ddot{y}д_z}$), k -тих складових підгрупи факторів

енергоефективності, яка характеризує поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій ($f_{ен1_k}$), g -тих складових підгрупи факторів енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами ($f_{ен2_g}$), p -тих складових підгруп факторів екологічності зовнішнього середовища висотної будівлі ($f_{екол1_p}$) та внутрішнього середовища висотної будівлі ($f_{екол2}$), u -тих складових групи факторів забезпечення ефективної експлуатації висотної будівлі ($f_{експл_u}$) (рис. 2).

Інформація вводиться за групами, що відповідають назві закладок у формі для введення та зміни даних.

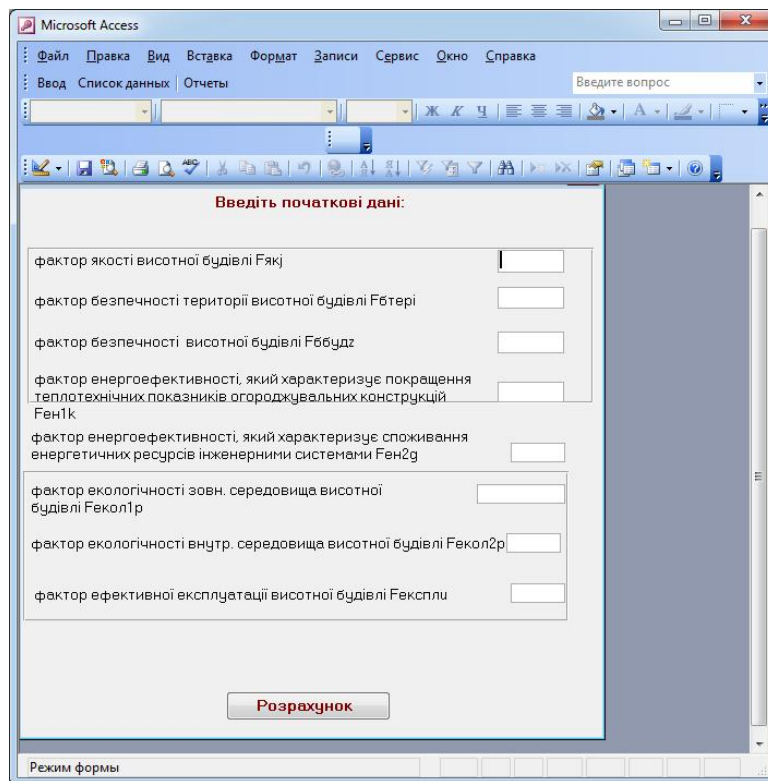


Рис. 2. Уведення до бази даних початкової інформації щодо складових груп (підгруп) факторів /
Fig. 2. The introduction to the database of initial information on constituent groups (subgroups) of factors

Також до бази даних вводяться значення: коефіцієнта вагомості підгрупи факторів безпечності території $w_{тер}$, коефіцієнта вагомості підгрупи факторів

безпечності висотної будівлі $w_{б\ddot{y}д}$, коефіцієнти вагомості підгрупи факторів енергоефективності, яка характеризує покращення теплотехнічних показників

огорожувальних конструкцій w_{en1} , коефіцієнти вагомості підгрупи факторів енергоефективності, яка характеризує споживання енергетичних ресурсів інженерними системами w_{en2} , коефіцієнта вагомості підгрупи факторів екологічності зовнішнього середовища висотної будівлі $w_{екол1}$, коефіцієнта вагомості підгрупи факторів екологічності внутрішнього середовища висотної будівлі $w_{екол2}$ (рис. 3) із можливістю зміни цих даних.

На основі введених початкових даних розраховуються значення визначальних факторів: фактора якості висотної будівлі ($f_{як}$), фактора безпечності висотної будівлі ($f_{б}$), фактора енергоефективності висотної будівлі ($f_{ен}$), фактора екологічності висотної будівлі ($f_{екол}$), фактора ефективної експлуатації висотної будівлі ($f_{експл}$), які потім використовуються для розрахунку прогнозованої вартості висотного будівництва за допомогою моделей, наведених у таблиці 1 (рис. 4).

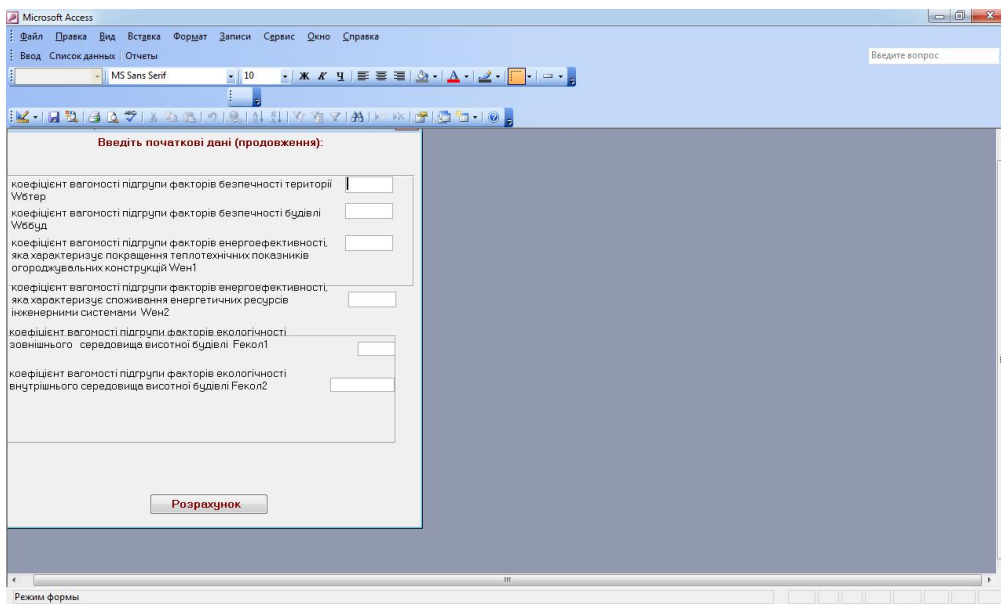


Рис. 3. Введення до бази даних початкової інформації щодо коефіцієнтів вагомості підгруп факторів / Fig. 3. The introduction to the database of initial information on the weighting factors of subgroups of factors

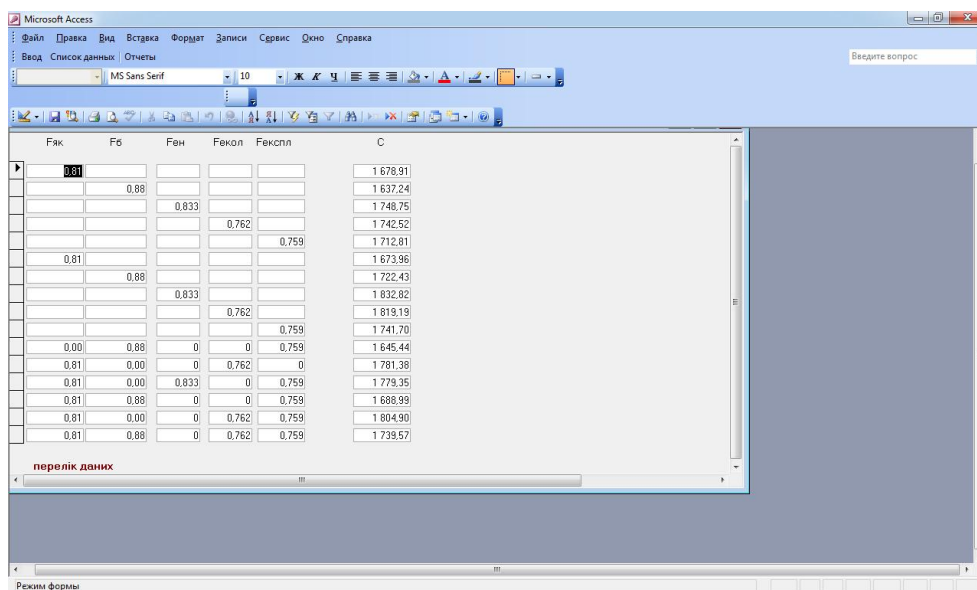


Рис. 4. Результати розрахунку вартості висотного будівництва / Fig. 4. The results of the calculation of the cost of high-rise construction

Результати розрахунку прогнозованої вартості висотного будівництва наведені у звіті про одержані результати (рис. 5). Отримані розрахункові значення вартості висотного будівництва сортуються за зростанням (рис. 6). За результатами виконаних розрахунків здійснюється виведення діапазону значень прогнозованої вартості висотного будівництва (рис. 7).

Розроблений програмний продукт на основі створеної бази даних може бути вдосконалений відповідно до потреб користувача та переліку вирішуваних завдань.

Застосування такого програмного

продукту для вирішення завдання обґрунтування організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель дозволить скоротити витрати часу, зменшити трудомісткість і підвищити рівень оперативності надання оброблених даних для подальшого прийняття рішень.

Розроблений програмний продукт може використовуватися замовниками, інвестори, проектувальниками, підрядниками проектів висотного будівництва, органи управління державного та місцевого рівнів, а також інше учасники інвестиційно-будівельного процесу для обґрунтування ефективності спорудження висотних будівель.

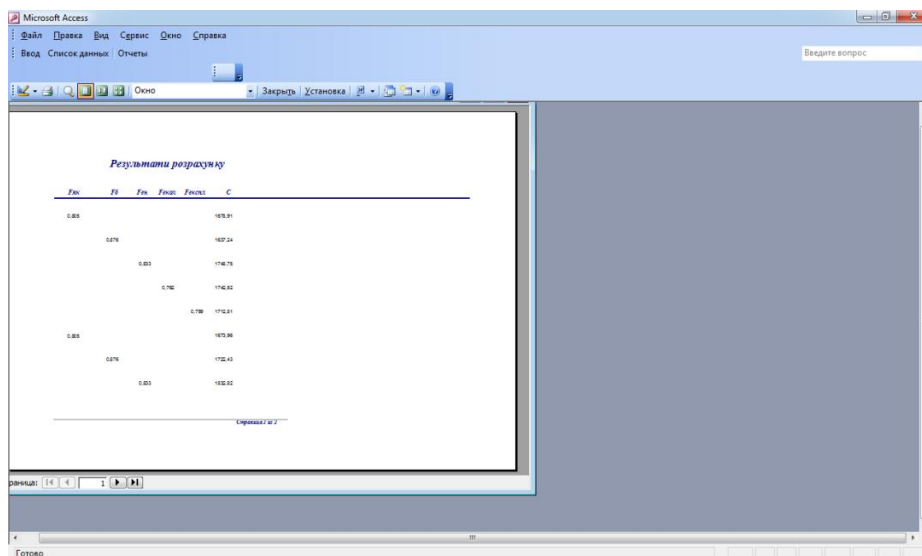


Рис. 5. Звіт про результати розрахунку вартості висотного будівництва /
Fig. 5. The report on the results of calculating the cost of high-rise construction

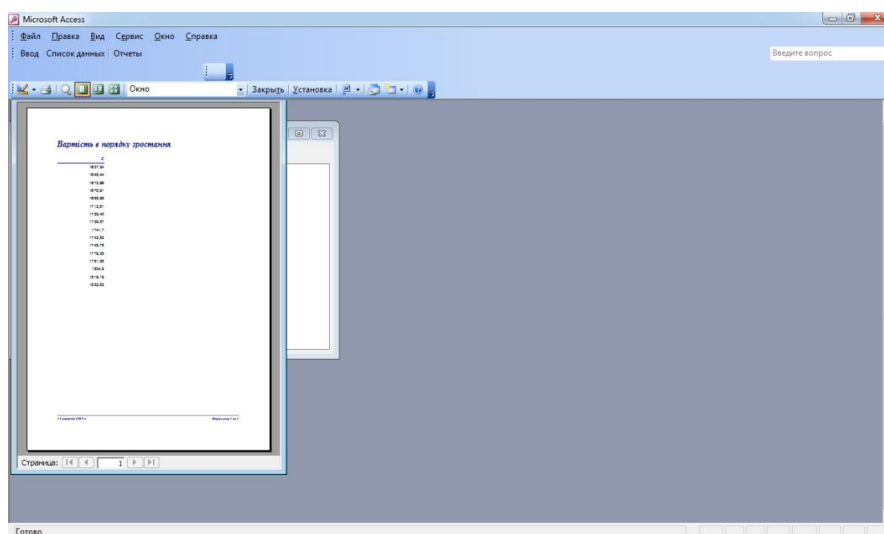


Рис. 6. Сортування результатів розрахунку вартості висотного будівництва в порядку зростання /
Fig. 6. The sorting the results of calculating the cost of high-rise construction in ascending order

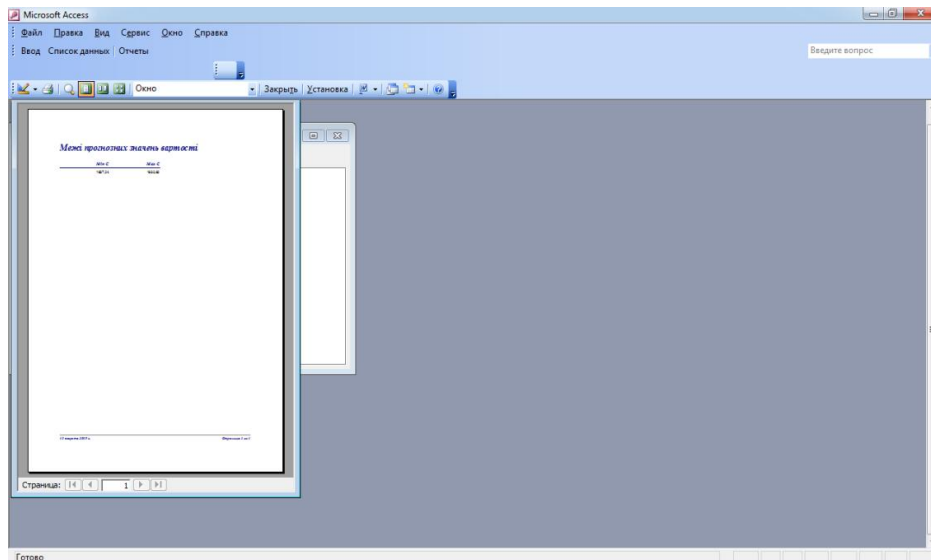


Рис. 7. Виведення діапазону прогнозованих значень вартості висотного будівництва /
 Fig. 7. Output of the range of estimated values of the value of high-rise construction

Висновки. За результатами моделювання зв'язку між факторними і результативними ознаками встановлено найбільш статистично достовірні моделі для обґрунтування вартості висотного будівництва, які дозволяють кількісно оцінити вплив визначальних організаційно-технологічних і економічних факторів на вартість спорудження висотних будівель і можуть бути використані для розроблення методики обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель з урахуванням умов ущільненої забудови.

Оцінювання встановлених залежностей вартості висотного будівництва від визначальних організаційно-технологічних і економічних факторів за критерієм Фішера, а також практична апробація в проектно-будівельних організаціях підтвердили їх адекватність реальному процесу спорудження висотних будівель.

На основі виконаних досліджень запропоновано методичний підхід до обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень

спорудження висотних будівель з урахуванням їх енергоощадності, екологічності та містобудівної цінності території.

Запропонований методичний підхід дозволяє шляхом організаційно-економічних розрахунків, із застосуванням виявлених закономірностей впливу організаційно-технологічних та економічних факторів на вартість висотного будівництва, дати кількісну оцінку показникам ефективності організаційно-технологічних рішень.

Розроблена методика обґрунтування і вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель призначена для органів управління державного і місцевого рівнів, інвесторів, розробників інвестиційних проектів, проектних і науково-дослідних організацій, інших учасників процесу розроблення і реалізації інвестиційно-будівельних проектів, а також осіб і підприємств, що здійснюють експертизу таких проектів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про Порядок нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів. Наказ Державного комітету України по земельних ресурсах № 18/15/21/11 від 27.01.2006 р. – Режим доступу : zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0388-06.

2. Технологические основы возведения монолитных железобетонных каркасов в высотном жилищном строительстве : дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.23.08 – Технологія та організація промислового та цивільного будівництва / [Бадеян Гагик Ваникович]. – Киев. нац. ун-т стр-ва и архитектуры. – Киев, 2000. – 409 с.
3. Основы формообразования стальных каркасов многоэтажных и высотных зданий: монография / [В. И. Большаков, М. М. Жербин, О. В. Разумова]. Под общ. ред. М. М. Жербина. – Днепропетровск : ПГАСА, 2003. – 124 с.
4. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий : монография / [Д. Ф. Гончаренко, Ю. В. Карпенко, Е. И. Меерсдорф]. – Киев : А+С, 2013. – 128 с.
5. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.23.08 – Технологія та організація промислового та цивільного будівництва / [Григоровський Петро Євгенович]. – Харків : ХНУБА, 2019. – 38 с.
6. Методологічні принципи обґрунтування організаційно-технологічних рішень зведення висотних багатофункціональних комплексів : дисс. д. т. н. : 05.23.08 – Технологія та організація промислового та цивільного будівництва / [Заяць Євген Іванович]. – ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури». – Дніпропетровськ, 2015. – 391 с.
7. Ковальов В. В. Систематизація організаційно-технологічних та інших факторів, які впливають на вартість будівництва об'єктів, з урахуванням вимог щодо їх енергоефективності і екологічності / В. В. Ковальов, Т. В. Данилова, С. В. Спіфанцева // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2018. – № 6. – С. 57–64.
8. Архітектурне проектування висотних будинків : навч. посіб. / [Л. М. Ковальський, Г. В. Кузьміна, Г. Л. Ковальська]. За заг. ред. Л. М. Ковальського. – Київ : КНУБА, 2009. – 121 с.
9. Маклакова Т. Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования : монография / Т. Г. Маклакова. – Москва : АСВ, 2008. – 160 с.
10. Методи забезпечення управлінської реалізованості календарних планів зведення об'єктів будівництва : монографія / [Є. І. Заяць, В. Р. Млодецький, Т. В. Ткач, О. О. Мартиш]. – Дніпро : Акцент-ПП, 2019. – 148 с.
11. Млодецкий В. Р. Управленческая реализуемость строительных проектов : монография / В. Р. Млодецкий. – Днепропетровск : Наука і освіта, 2005. – 261 с.
12. Заяць Є. І. Обґрунтування вартості будівництва житла з урахуванням чинника інвестиційної привабливості територій / Є. І. Заяць, І. В. Трифонов, С. П. Броневицький, С. В. Спіфанцева // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2015. – № 11. – С. 31–37.
13. Самопідйома опалубка : пат. 109160 Україна: МПК E04G 11/20 (2006.01), E04G 11/24 (2006.01). Заявники : Большаков В. І., Шатов С. В., Кравчуновська Т. С., Заяць Є. І., Тютерева В. І. Власники : Большаков В. І., Шатов С. В., Кравчуновська Т. С., Заяць Є. І. № у 2016 02524; заявл. 15.03.2016; опубл. 10.08.2016. Бюл. № 15.
14. Ковальов В. В. Формування вимог до об'єктів будівництва протягом їх повного життєвого циклу / В. В. Ковальов, Т. С. Кравчуновська, Т. В. Данилова, С. В. Спіфанцева // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – Київ : КНУБА, 2019. – Вип. 39, ч. 1. – С. 179–186.
15. Сто высотных зданий. Примеры объемно-планировочных решений : монография / [Хэ Цзиньчао, Сунь Лицзюнь]; пер. с кит. Ян Бинхао; научн. ред. Т. Г. Маклакова. – Москва : АСВ, 2007. – 132 с.
16. Науково-методологічний інструментарій організації будівництва на засадах біосферосумісності : дисс. д. т. н. : 05.23.08 – Технологія та організація промислового та цивільного будівництва / [Чернишев Денис Олегович]. – Дніпро, 2018. – 430 с.
17. Beedle L. S. The skyscraper and the city: design, technology, and innovation / L. S. Beedle, Mir M. Ali, Paul J. Armstrong]. – Lewiston : Edwin Mellen Press, 2007. – 912 p.
18. Zaiats Ye. I. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment / [Ye. I. Zaiats, V. V. Kovalov, T. S. Kravchunovska, O. V. Kirnos] // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2018. – № 2 (164). – P. 123–129. (*Scopus*)
19. Tamboli A. R. Tall and supertall buildings: planning and design / [Akbar R. Tamboli]. – New-York : McGraw-Hill, 2014. – 416 p.
20. Yeang K. The skyscraper, bioclimatically considered : a design primer / [Ken Yeang]. – New-York : Wiley-Academy, 1997. – 200 p.

REFERENCES

1. *Pro poriadok normatyvnoi hroshovoi otsinky zemel silskohospodarskoho pryznachennia ta naselenykh punktiv: Nakaz Derzhavnogo komitetu Ukrainy po zemelnykh resursakh № 18/15/21/11, 27.01.2006.* [About the Procedure of the regulatory monetary valuation of agricultural lands and settlements. Order of the State Committee of Ukraine for Land Resources]. Available at: zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0388-06 (Accessed: 01 August 2019). (in Ukrainian)

2. Badeyan G.V. *Tekhnologicheskie osnovy vozvedeniya monolitnykh zhelezobetonnykh karkasov v visotnom zhilishchnom stroitelstve : Dokt. Diss.* [Technological basis for the construction of monolithic reinforced concrete frames in high-rise residential construction : Doct. Diss.]. Kyiv, 2000, 409 p. (in Russian).
3. Bolshakov V.I., Zherbin M.M. and Razumova O.V. *Osnovi formoobrazovaniya stalnykh karkasov mnogoetazhnykh i visotnykh zdaniy* [The basics of shaping steel frames of multi-story and high-rise buildings]. Dnepropetrovsk: PSACEA Publ., 2003, 124 p. (in Russian).
4. Honcharenko D.F., Karpenko Yu.V. and Meersdorf E.I. *Vozvedenie mnogoetazhnykh karkasno-monolitnykh zdaniy* [The construction of multi-storey frame-monolithic buildings]. Kyiv : A+S Publ., 2013, 128 p. (in Russian).
5. Hryhorovskiy P.Ye. *Metodolohichni osnovy formuvannia orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen instrumentalnykh vymiryuvan pry zvedenni ta ekspluatatsii budivel i sporud* [Methodological bases of formation of organizational and technological decisions of instrumental measurements during the erection and operation of buildings and structures. Author's abstract]. Kharkiv, 2019, 38 p. (in Ukrainian).
6. Zaiats Ye.I. *Metodolohichni pryntsypy obhruntuvannia orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen zvedennia vysotnykh bahatofunktionalnykh kompleksiv : Dokt. Diss.* [Methodological principles of substantiation of organizational and technological solutions for the construction of high-rise multifunctional complexes : Doct. Diss.]. Dnipropetrovsk, 2015, 391 p. (in Ukrainian).
7. Kovalov V.V., Danylova T.V. and Yepifantseva S.V. *Systematyzatsiia orhanizatsiino-tekhnologichnykh ta inshykh faktoriv, yaki vplyvaiut na vartist budivnytstva ob'ektiv z urakhuvanniam vymoh shchodo ikh enerhoefektyvnosti i ekolohichnosti* [Systematization of organizational and technological and others factors affecting the cost of building objects with the requirement for their energy efficiency and environmentality]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2018, iss. 6, pp. 57–64. (in Ukrainian).
8. Kovalskiy L.M., Kuzmina H.V. and Kovalska H.V. *Arkhitekturne proektuvannia vysotnykh budynkiv* [Architectural design of high-rise buildings]. Kyiv : KNUBA Publ., 2009, 121 p. (in Ukrainian).
9. Maklakova T. G. *Vysotnye zdaniya. Gradostroitelnye i arkhitekturno-konstruktivnye problemy proektirovaniya: monografiya* [High-rise buildings. Urban planning and architectural design issues]. Moscow : ASV Publ., 2008, 160 p. (in Russian).
10. Zaiats Ye.I., Mlodetskiy V.R., Tkach T.V. and Martysh O.O. *Metody zabezpechennia upravlinskoj realizovanosti kalendarnykh planiv zvedennia ob'ektiv budivnytstva* [Methods to ensure the management of calendar plans for the construction of building objects]. Dnipro : Aktsent-PP Publ., 2019, 148 p. (in Ukrainian).
11. Mlodetskiy V.R. *Upravlencheskaya realizuemost stroitelnykh proektov* [Managerial feasibility of construction projects]. Dnepropetrovsk : Nauka i Osvita Publ., 2005, 261 p. (in Russian).
12. Zaiats Ye.I., Trifonov I.V., Bronevskiy S.P. and Yepifantseva S.V. *Obhruntuvannia vartosti budivnytstva zhytla z urakhuvanniam investytsiinoi pryvablyvosti terytorii* [Substantiation of the cost of housing construction taking into account the factor of investment attractiveness of territories]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2015, iss. 11, pp. 31–37. (in Ukrainian).
13. Bolshakov V.I., Shatov S.V., Kravchunovska T.S., Zaiats Ye.I. and Tiutierieva V.I. *Samopidionna opalubka* [Self-elevating formwork]. Pat. 109160 Ukraine: E04G 11/20 (2006.01), E04G 11/24 (2006.01). No. u 2016 02524. Bull. no. 15.
14. Kovalov V.V., Kravchunovska T.S., Danylova T.V. and Yepifantseva S.V. *Formuvannia vymoh do ob'ektiv budivnytstva protiahom ikh povnoho zhyttievoho tsykladu* [Formation of requirements for building objects throughout their full life cycle] *Shliakh pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia runkovykh vidnosyn* [Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of formation of market relations]. 2019, iss. 39, p. 1, pp. 179–186. (in Ukrainian).
15. He Jinchao and Sun Lijun. *Sto visotnykh zdaniy. Primeri obemno-planirovochnykh resheniy* [One hundred high-rise buildings. Examples of space-planning decisions]. Moscow : ASV Publ., 2007, 132 p. (in Russian).
16. Chernyshev D.O. *Naukovo-metodolohichniy instrumentarii orhanizatsii budivnytstva na zasadkh biosferosumisnosti: Dokt. Diss.* [Scientific and methodological tools for organization of construction on the basis of biosphere compatibility : Doct. Diss.]. Dnipro, 2019, 430 p. (in Ukrainian).
17. Lynn S. Beedle, Mir M. Ali, Paul J. Armstrong *The skyscraper and the city: design, technology, and innovation.* Lewiston : Edwin Mellen Press, 2007, 912 p.
18. Zaiats Ye.I., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S. and Kirnos O.V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu.* 2018, iss. 2 (164), pp. 123–129.
19. Tamboli A.R. *Tall and supertall buildings: planning and design.* New-York : McGraw-Hill, 2014, 416 p.
20. Yeang K. *The skyscraper, bioclimatically considered: a design primer.* New-York : Wiley-Academy, 1997, 200 p.

Надійшла до редакції: 02.07.2019 р.