

ВАРІАНТНИЙ РОЗРАХУНОК ОКУПНОСТІ БУДІВНИЦТВА ЗА РІЗНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ТА ФІНАНСОВИХ УМОВ

© Менайлюк І. О., Нікіфоров О. Л., 2019

Наведено методику розрахунку термінів окупності та відповідні результати для варіантів будівництва торговельно-розважального центру. Аналіз літературних джерел показав, що будівництво торговельно-розважальних центрів є актуальною задачею. При цьому на початковому етапі необхідно зв'язати організаційно-фінансові рішення та термін окупності для вибору оптимальної моделі реалізації проекту. Розроблено експериментально-статистичні моделі вартості та тривалості будівництва. На їхній основі, з урахуванням організаційно-фінансових обмежень, вибрано найхарактерніші моделі будівництва: модель без обмежень та суміщення будівельних процесів між собою, виробництво робіт проводиться за власні кошти та протягом стандартного робочого тижня; модель з обмеженнями власних коштів, суміщенням робіт, цілодобовим виробництвом. Для цих моделей були розраховані та проаналізовано терміни окупності.

Ключові слова: організація будівництва, цивільне будівництво, торговельно-розважальний центр, тривалість, вартість.

I. O. Menejljuk¹, O. L. Nikiforov²

¹Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture

²Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture
Department of Technology of Building Industry

OPTIONAL CALCULATION OF CONSTRUCTION PAYBACK UNDER DIFFERENT ORGANIZATIONAL AND FINANCIAL CONDITIONS

© Menejljuk I. O., Nikiforov O. L., 2019

The article gives a methodology for calculating the payback periods and the corresponding results for the options of shopping center construction. Analysis of literary sources showed that the construction of shopping centers is an urgent task. At the same time, it is necessary to link organizational, financial decisions and payback period at the initial stage of the project to choose the optimal model for project implementation. There were conducted organizational modeling in project management software and economic modeling using mathematical packages. This allowed building the reliable models for the shopping center construction., the influence of the following factors was considered while the modelling: the financial ones (financing from own funds, loans and through leasing) and organizational (number of working hours per week and the coefficient of work alignment). Also, the values of the cost and duration indicators of construction were recorded. There were developed experimental and statistical models of cost and duration of construction with the help of methods of experiment planning and methods of statistical processing of numerical experiment results. On the basis of these models, the most typical models of construction were chosen: a model without restrictions and building processes alignment, the production of works is carried out at its own funds and during the standard working week; model with constraints of own funds, alignment of works, round-the-clock production. The choice of models was done due to the most common variants of realization of construction projects of this type. For these

models, payback periods were calculated and analyzed. For the model without limits, the payback period was 42 months, 31 of which is the construction period; for the model with constraints – 18 months, 6 of which – the construction period.

Key words: construction organization, civil engineering, shopping center, duration, cost.

Вступ. Обсяг зведення цивільних будівель в Україні за період 2010–2018 рр. виріс в 3,4 разу (від 19 659,1 млн грн. до 66 791,6 млн грн.). При цьому умови зведення цивільних будівель є складнішими порівняно з іншими видами будівництва з двох основних причин: ускладнені інженерні умови, а також нестабільність фінансової ситуації на макро- і мікроекономічному рівнях. У дослідженій нормативній та довідковій літературі не знайдено вичерпних системних рекомендацій щодо вибору організаційних і фінансових рішень із зазначеної теми. Тема дослідження є надзвичайно актуальною, враховуючи високий соціальний, економічний і технічний ефект вирішення проблеми розрахунку окупності варіантів будівництва цивільних об'єктів.

Огляд наукових джерел і публікацій. В Україні зараз налічується 144 торгово-розважальних центрів з орендною площею 2,5 млн. м², що відповідають стандартам ICSC [3]. ICSC Ukraine Research Group визначила таке поняття “торгово-розважального центру” – це об'єкт торговельної нерухомості, який спланований, побудований і управляється як єдине ціле, включає магазини і території загальною оренднопригодною площею (GLA), не меншою за 5 000 м². Згідно з результатами досліджень, більшість торговельних площ у найбільших містах України представлена форматами “традиційний/великий” (27,9 % орендованої площі всіх торгових центрів), “традиційний/середній” (23,2 %), і “традиційний/малий/з повсякденно-товарною домінантою” (24,7 %). Ще 15,8 % мають формат “спеціалізований/тематичний центр/без розважальної домінанти” [1, 2]. Розвиток ринку торгових центрів має свою логіку, і з року в рік він стає більш різноманітним. У цих умовах дослідження організаційних і фінансових рішень будівництва нових торговельно-розважальних центрів є актуальним [4].

Аналіз робіт, присвячених оптимізації організаційно-технологічних рішень будівництва та реконструкції [6, 7, 10], дає змогу зробити висновок, що застосування експериментально-статистичного моделювання є ефективним способом вирішення таких завдань і може бути використано для моделювання й оптимізації операційної діяльності підприємств з будівництва та реконструкції елеваторів. Методикам оптимізації при застосуванні експериментально-статистичного моделювання присвячено роботи [5, 8, 9]. Для створення моделі операційної діяльності будівельно-монтажної організації доцільно використовувати спеціалізовані програми для управління проектами [6, 7 10].

Мета та завдання дослідження. Мета – розробити методику визначення та розрахувати варіанти термінів окупності будівництва за різних організаційних та фінансових умовах на прикладі торговельно-розважального центру “Гагарінн плаза” в м. Одеса. Завдання дослідження:

1. Розробити методику моделювання організаційно-фінансових рішень та розрахунку термінів окупності.
2. Розрахувати експериментально-статистичні моделі тривалості та вартості будівництва торговельно-розважального центру за різних організаційних та фінансових умов з урахуванням найхарактерніших обмежень.
3. Розрахувати та проаналізувати терміни окупності для варіантів найхарактерніших обмежень організаційно-фінансових рішень будівництва торговельно-розважального центру.

Методика дослідження. Для оцінювання ефективності організаційних рішень при будівництві торговельно-розважального центру запропоновано використовувати теорію експериментально-статистичного моделювання. Суть такого моделювання полягає в спостереженні за досліджуваною системою фіксацією значень вихідних параметрів при завданні значень вхідних. При цьому в дослідженні систему наведено у вигляді графіка виконання робіт. Алгоритм експериментально-статистичного моделювання показано на рис 1.

Досліджуються такі показники:

- Y_1 – вартість проведення робіт – це прямі витрати на будівельно-монтажні роботи. Вони складаються з вартості праці робочих, витрат на експлуатацію механізмів, обладнання і будівельної техніки, вартість матеріалів та конструкцій.
- Y_2 – тривалість виконання робіт визначають за критичним шляхом складеного календарного графіка виконання робіт.

У роботі розглянуто модель з п'ятьма факторами, три з яких взаємопов'язані між собою, а два фактори є незалежними. До взаємопов'язаних факторів належать умови фінансування, які поділяють на:

- V_1 – фінансування будівельного проекту відбувається за рахунок особистих коштів;
- V_2 – кредитні кошти, що надаються кредитором у користування на визначений термін та під відсоток;
- V_3 – лізингові кошти, коли за договором лізингу лізингодавець зобов'язується придбати у власність майно за дорученням лізингоодержувача у відповідного продавця майна і надати це майно в користування лізингоодержувачу за плату на визначений строк;

До незалежних факторів належать:

- X_4 – кількість робочих годин на тиждень;
- X_5 – коефіцієнт суміщення робіт, який являє собою відношення сумарної довжини періодів суміщення між парами попередніх та наступних робіт до загальної тривалості всіх процесів на всіх захватках, що визначається за формулою 1, де:
- $\sum t_{\text{совм.}}$ – сумарний резерв часу, яке з'являється у результаті суміщення робіт за часом;
- $\sum t_{\text{прод.}}$ – сумарна тривалість всіх процесів на всіх захватках;
- $T_{\text{оконч.}}$ – тривалість комплексу будівельних робіт, отримана в результаті суміщення робіт між собою.

Перехід до кодованих рівнів факторів виконано за типовою формулою (2), де:

- x_i – заданий рівень фактора в нормалізованому вигляді;
- X_i – заданий рівень фактора в натуральному вигляді;
- $X_{i \max}$ – максимальний рівень фактора в натуральному вигляді;
- $X_{i \min}$ – мінімальний рівень фактора в натуральному вигляді.

Для вирішення завдань цього дослідження обрано поліноміальну експериментально-статистичну модель, загальний вигляд якої представлений формулою (3).

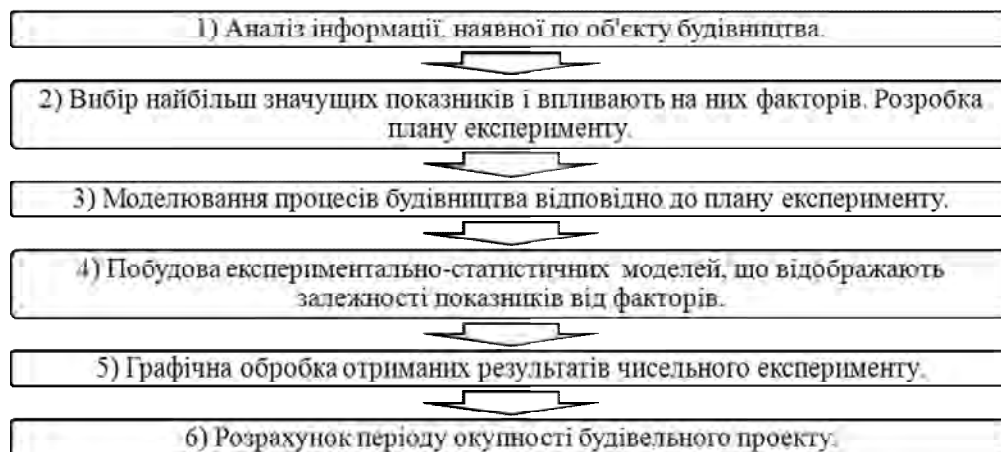


Рис. 1. Алгоритм дослідження

Результати досліджень. Результати чисельного експерименту показано в табл. 1.

Закономірність зміни вартості (4) та тривалості (5) будівництва об'єкта залежно від кількості робочих днів на тиждень, умов фінансування і коефіцієнта суміщення робіт адекватно описується похідними математичними моделями.

За результатами експериментально-статистичного моделювання побудовано графік (рис. 2) зміни тривалості типу “трикутники на квадраті”. На цей графік було нанесено обмеження:

- вартість – 250 млн. грн. (відображено у вигляді ізолінії показника “вартість”);
- тривалість – 195 днів (відображено у вигляді ізолінії показника “тривалість”);
- організаційно-фінансові рішення – не більше за 40 % власних коштів (відображено горизонтальною рисою, що розділяє трикутник співвідношення методів фінансування на зони допустимих та недопустимих значень).

$$K = \frac{\sum t_{\text{совм.}}}{\sum t_{\text{прод.}}} * 100\% = \frac{\sum t_{\text{прод.}} - t_{\text{оконч.}}}{\sum t_{\text{прод.}}} * 100\%, \quad (1)$$

$$x_i = \frac{X_i \frac{X_{i \max} + X_{i \min}}{2}}{X_{i \max} - X_{i \min}} \quad (2)$$

$$Y = b_1 V_1 + b_{12} V_1 V_2 + b_{13} V_1 V_3 + b_{14} V_1 X_4 + b_{15} V_1 X_5 + b_{44} X_4^2 + b_{45} X_4 X_5 + b_2 V_2 + b_{23} V_2 V_3 - b_{24} V_2 X_4 + b_{25} V_2 X_5 + b_{55} X_5^2 + b_3 V_3 + b_{34} V_3 X_4 + b_{35} V_3 X_5 \quad (3)$$

$$Y_1 = 187,125 V_1 - 11,43 V_1 X_4 - 13,81 V_1 X_5 + 26,53 X_4^2 + 240,94 V_2 - 165,67 V_2 V_3 - 15,89 V_2 X_4 - 20,13 V_2 X_5 + 318,812 V_3 - 19,14 V_3 X_4 - 20,53 V_3 X_5 \quad (4)$$

$$Y_2 = 326,875 V_1 - 148,103 V_1 X_4 - 83,77 V_1 X_5 + 71,392 X_4^2 + 27,959 X_4 X_5 + 354,241 V_2 - 170,078 V_2 X_4 - 82,993 V_2 X_5 + 332,438 V_3 - 148,316 V_3 X_4 - 83,469 V_3 X_5 \quad (5)$$

Таблиця 1

Результати числового експерименту

№ з/п	Умови фінансування			X ₄ – кількість робочих годин на тиждень, год	X ₅ – коефіцієнт суміщення робіт	Y ₁ – вартість проведення робіт, млн грн.	Y ₂ – тривалість виконання робіт, дні
	V ₁ Власні кошти	V ₂ Кредитні кошти	V ₃ Лізингові кошти				
1	0,00	1,00	0,00	40	0 %	302,762	694
2	0.5	0,00	0.5	72	0 %	278,433	395
3	1,00	0,00	0,00	40	18 %	215,942	552
4	0,00	0,00	1,00	40	18 %	367,102	552
5	0.5	0.5	0,00	40	38 %	230,723	431
6	0.5	0.5	0,00	72	0 %	237,184	395
7	0.5	0,00	0.5	72	18 %	266,168	320
8	0,00	0.5	0.5	72	38 %	229,04	249
9	1,00	0,00	0,00	112	0 %	203,532	298
10	0,00	1,00	0,00	112	0 %	264,591	298
11	0,00	0,00	1,00	112	0 %	346,004	298
12	0.33	0.33	0.33	112	18 %	258,354	245
13	1,00	0,00	0,00	112	38 %	179,266	187
14	0,00	1,00	0,00	112	38 %	233,045	187
15	0,00	0,00	1,00	112	38 %	304,751	187

За результатами проведеного моделювання процесів будівництва торговельно-розважального центру було обрано два варіанти:

- базова модель: вартість проведення робіт Y₁ = 302,762 млн. грн., тривалість будівельних робіт Y₂ = 694 дні (при V₁ = 100 %; V₂ = 0 %; V₃ = 0 %; X₄ = 40 год; X₅ = 0 %);

– модель, що задовольняє введеним обмеженням: вартість проведення робіт $Y_1 = 250,0$ млн. грн., тривалість будівельних робіт $Y_2 = 193$ дні (при $V_1 = 35\%$; $V_2 = 0\%$; $V_3 = 65\%$; $X_4 = 112$ год; $X_5 = 38\%$).

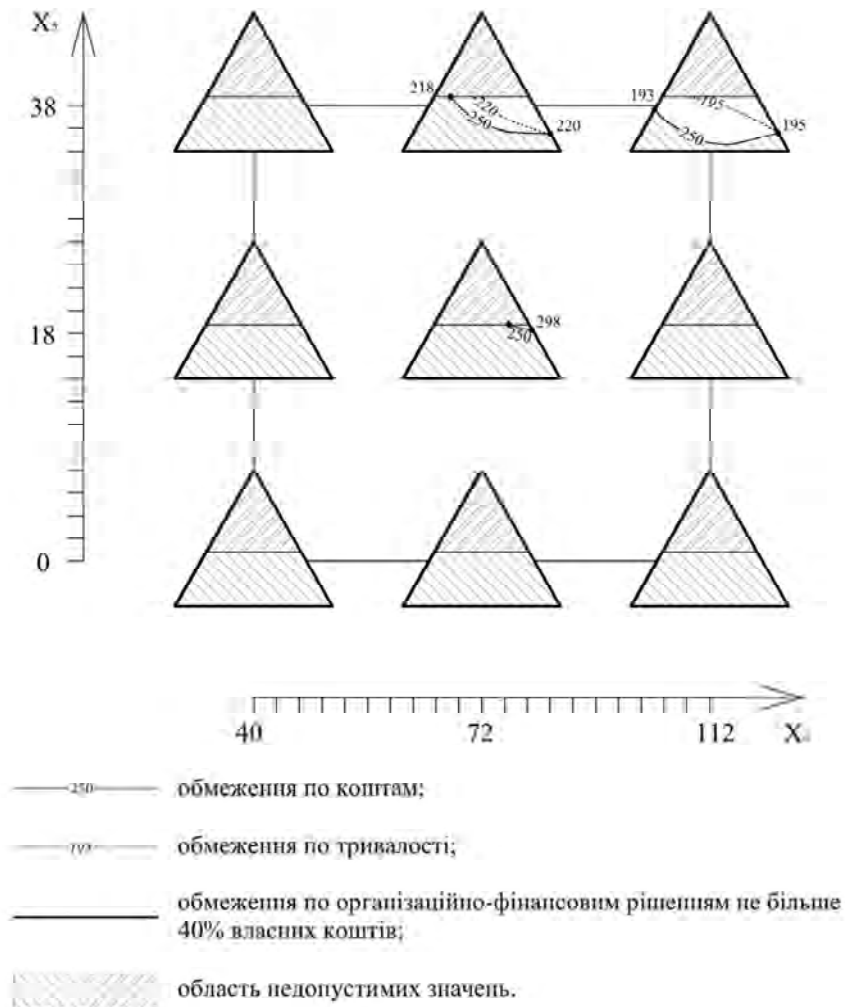


Рис. 2. Графік зміни тривалості від організаційно-фінансових факторів з заданими обмеженнями за вартістю, тривалістю та способом фінансування

Період окупності проекту (Payback Period) – період, за який сума чистого прибутку і експлуатаційних витрат досягає значення дисконтованих початкових вкладень (формула (6)). Формула показує, який період часу необхідний для того, щоб проект почав приносити прибуток.

$$PP = P_b + \left(\frac{K_m}{CF}\right), \quad (6)$$

де PP – період окупності, (міс.); P_b – тривалість будівництва, (міс.); K_m – сума вкладених коштів, (тис. грн); CF – повернення вкладених коштів (прогнозований дохід), (тис. грн / міс.).

Вартість оренди приміщень в районі будівництва дозволила визначити прогнозований дохід – 20,366 млн. грн/міс. У табл. 2 наведено розрахунок періоду окупності за двома моделями: базовою та з обмеженнями. За отриманим періодом окупності з врахуванням чинних обмежень вибрано ефективну модель з тривалістю будівельних робіт 193 дні. Період окупності цієї моделі – 18 місяців.

У базовій моделі тривалість будівельних робіт 694 дня. Період окупності базової моделі 42 місяці.

Розрахунок окупності варіантів будівництва торговельно-розважального центру

Тривалість будівництва, місяців	Сума вкладених коштів, млн. грн.	Чистий прибуток, млн. грн./міс.	Період окупності, місяців
31	232,89	20,366	42
6	250,0	20,366	18

Результати розрахунків періодів окупності моделі з обмеженнями, а також базової моделі, зображено на рис. 3. Проаналізувавши графік, можна зазначити, що період окупності у моделі з обмеженнями значно менший, ніж у базовій. Різниця становить 24 місяці.

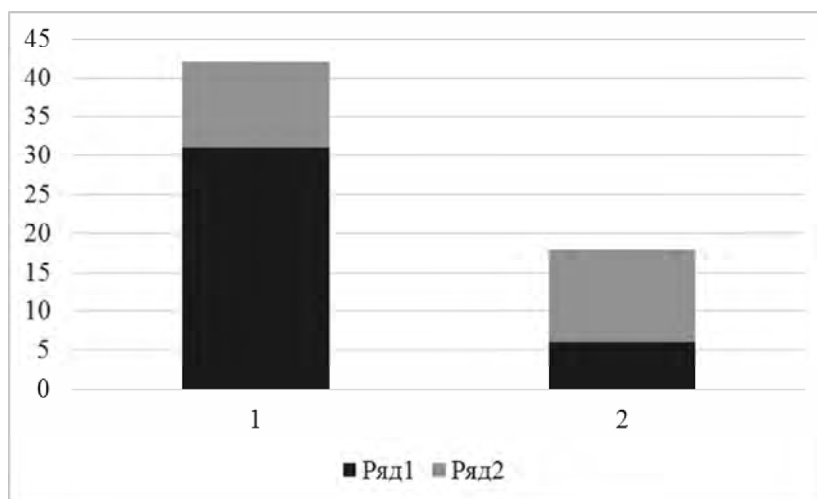


Рис. 3. Розрахунок періоду окупності варіантів будівництва торговельно-розважального центру: 1 – базова модель, 2 – модель з обмеженнями; ряд 1 – тривалість будівництва; ряд 2 – період окупності

Висновки.

1. Викладені в роботі методика та отримані результати підтверджують можливість використання запропонованого підходу до оптимізації для вирішення аналогічних завдань під час будівництва подібних об'єктів.
2. Розраховані експериментально-статистичні моделі вартості та тривалості будівництва дали змогу дослідити вплив організаційно-фінансових обмежень на зазначені показники та вибрати найхарактерніші моделі будівництва.
3. Завдяки розробленій методиці визначено терміни окупності проекту, які склали: 42 місяці за тривалості будівництва 31 місяць та вартості 232,89 млн. грн.; 18 місяців – за 6 місяців та 250 млн. грн.

1. ICSC: исследование рынка торговой недвижимости Украины [Електронний ресурс] // Архив журналов "Commercial Property CP". – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://commercialproperty.ua/cp-articles/icsc-issledovanie-rynka-torgovoy-nedvizhimosti-ukrainy/>.

2. ICSC представил классификацию торговых центров Украины [Електронний ресурс] // Архив журналов "Commercial Property CP". – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://commercialproperty.ua/news/ukrainskiy-rynok/icsc-predstavil-klassifikatsiyu-torgovykh-tsentrov-ukrainy/>.

3. Официальный сайт организации "ICSC: International Council of Shopping Centers" [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.icsc.org>.

4. Официальный сайт Gagarinn Plaza [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://gagarinnplaza.com/>.

5. Задгендзе И. Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем /

И. Г. Задгендзе – М.: Наука, 1976. – 390 с. 6. Лобакова Л. В. Організаційне моделювання реконструкції будівель при їх перепрофілюванні: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.23.08. “Технологія та організація промислового та цивільного будівництва” / Лобакова Лілія В`ячеславівна. – Одеса, 2016. – 21 с. 7. Менеїлюк А. И. Оптимизация организационно-технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений / А. И. Менеїлюк, М. Н. Ершов, А. Л. Никифоров, И. А. Менеїлюк. – К.: ТОВ НВП “Інтерсервіс”, 2016. – 332 с. 8. Налімов В. В. Логические основания планирования эксперимента / В. В. Налімов, Т. И. Голикова. – М.: Металлургия, 1980. – 152 с. 9. Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов / Д. Финни, пер. с англ. Романовской И. Л. и Ху-су А. П., под ред. Линника Ю. В. – М.: Наука, 1970. – 281 с. 10. Чернов І. С. Вибір ефективних моделей зведення житлових будівель при фінансовій ситуації, що змінюється: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.23.08. “Технологія та організація промислового та цивільного будівництва” / Чернов Ігор Станіславович. – Одеса, 2013. – 20 с.

References

1. ICSC: Study of the Ukrainian real estate market. (2019). Magazine archive “Commercial Property CP”. (accessed 16 April 2019), available at: <https://commercialproperty.ua/cp-articles/icsc-issledovanie-rynka-torgovoy-nedvizhimosti-ukrainy/>. 2. ICSC presented the classification of shopping centers in Ukraine. (2019). Magazine archive “Commercial Property CP”. (accessed 16 April 2019), available at: <https://commercialproperty.ua/news/ukrainskiy-rynok/icsc-predstavil-klassifikatsiyu-torgovykh-tsentrov-ukrainy/>. 3. The official website of the organization “ICSC: International Council of Shopping Centers”. (2019). (accessed 16 April 2019), available at: <https://www.icsc.org>. 4. The official website of Gagarinn Plaza. (2019). (accessed 16 April 2019), available at: <http://gagarinnplaza.com/>. 5. Zadgenidze I. G. (1976). Planning the experiment for the study of polycomponent systems [Planirovanie jeksperimenta dlja issledovanija mnogokomponentnyh system]. Moscow, Nauka. 6. Lobakova, L. (2016). Organizational modeling of buildings reconstruction during their redevelopment [Organizacijne modeljuvannja rekonstrukcii budivel' pri ih pereprofiljuvanni]. (Ph. D). OSACEA. 7. Menejljuk, A., Ershov, M., Nikiforov, A., & Menejljuk, I. (2016). Optimization of organizational and technological solutions of high-rise engineering structures reconstruction [Optimizacija or-ganizacionno-tehnologicheskikh reshenij rekonstrukcii vysotnyh inzhenernyh sooru-zhenij]. Odessa, Interservis. 8. Nalimov V. V., Golikova T. I. (1980). The logical base for the design of experiment [Logicheskie osnovanija planirovanija jeksperimenta]. Moscow, Metallurgija. 9. Finni D. (1970). Introduction to design of experiments [Vvedenie v teoriju planirovanija jeksperimentov]. Moscow, Nauka. 10. Chernov, I. (2013). Choice of effective models of residential buildings construction at the changing financial situation [Vibir effektivnih modelej zvedennja zhitlovih budivel' pri finansovoi situacii, shho zminjuet'sja]. (Ph. D). OSACEA.