

УДК 69.055: 69.003

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2019.36.4>**Менейлюк И.А.**

к.т.н., докторант, Харьковський національний університет строительства и архитектуры, г. Харьков

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

Анотація. *Обсяг зведення цивільних будинків в Україні постійно зростає, при цьому умови зведення цивільних будинків є більш складними в порівнянні з іншими видами будівництва. У вивченій нормативній та довідковій літературі не було знайдено вичерпних системних рекомендацій із вибору організаційних і фінансових рішень із зазначеної теми. Високий соціальний, економічний і технічний ефект вирішення проблеми вибору раціональних організаційних рішень під час цивільного будівництва зумовлює високу актуальність теми дослідження. У роботі представлені результати чисельного експерименту з дослідження змін середньої і максимальної місячної інтенсивності фінансування в залежності від організаційних чинників під час будівництва торгово-розважального центру на прикладі ТРЦ «Гагарін Плаза». На підставі проведеного аналізу літературних джерел в якості найбільш ефективного обраний метод оптимізації шляхом експериментально-статистичного моделювання із застосуванням сучасних комп'ютерних програм в області управління проектами та математичної статистики. Розроблено методику експериментально-статистичного моделювання показників інвестиційно-будівельного проекту під час зміни організаційних рішень будівництва торгово-розважального центру. Знайдено межі варіювання максимальної і середньої місячної інтенсивності фінансування і їх екстремальні значення під впливом інтенсивності використання робочого часу, кількості робочих бригад, суміщеності процесів. Визначено, що зміни різних видів інтенсивності фінансування будівництва торгово-розважального центру є близькими, але різними у чисельному вираженні. Запропонована методика може використовуватися для інших проектів будівництва житлового комплексу, а побудовані експериментально-статистичні залежності дозволили ввести обмеження і визначити найбільш ефективний варіант організації будівництва.*

Ключові слова: *організація будівництва, цивільне будівництво, торгово-розважальний центр, інтенсивність фінансування.*

Постановка проблеми. Объем возведения гражданских зданий в Украине за период 2010–2018 гг. вырос в 3,4 раза (с 19 659,1 млн. грн. до 66 791,6 млн. грн.). При этом условия возведения гражданских зданий являются более сложными по сравнению с другими видами строительства по двум основным причинам: усложненные инженерные условия, а также нестабильность финансовой ситуации на макро- и микроэкономическом уровнях. В изученной нормативной и справочной литературе не было найдено исчерпывающих системных рекомендаций по выбору организационных и финансовых решений по указанной теме. Тема исследования является чрезвычайно актуальной, учитывая высокий социальный, экономический и технический эффект решения проблемы выбора рациональных организационных решений при гражданском строительстве.

Анализ последних исследований. В Украине сейчас насчитывается 144 торгово-развлекательных центра с арендной площадью 2,5 млн. м², соответствующей стандартам ICSC [3]. Согласно исследованию большая часть торговых площадей в крупнейших городах Украины представлена форматами «традиционный/большой» (27,9% арендуемой площади всех торговых центров), «традиционный/средний» (23,2%), и «традиционный/малый/с повседневно-товарной доминантой» (24,7%). Еще 15,8% имеют формат «специализированный/тематический центр/без развлекательной доминанты» [1; 2]. Развитие рынка торговых центров имеет свою логику, и от года к году он становится более разнообразным. В этих условиях исследование организационных и финансовых решений строительства новых торговых центров является актуальным [4].

Анализ работ, посвященных оптимизации организационно-технологических решений строительства и реконструкции [6; 7; 10], позволяет заключить, что применение экспериментально-статистического моделирования

является эффективным способом решения подобных задач и может быть использовано при моделировании и оптимизации операционной деятельности предприятий по строительству и реконструкции элеваторов.

Методикам оптимизации при применении экспериментально-статистического моделирования посвящен ряд работ [5; 8; 9]. Для создания модели операционной деятельности строительно-монтажной организации целесообразно [6; 7; 10] использовать специализированные программы для управления проектами.

Цель работы – изучение влияния организационных факторов на среднюю и максимальную месячную интенсивность финансирования при строительстве торгово-развлекательного центра на примере ТРЦ «Гагарин Плаза».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработка методики экспериментально-статистического моделирования организационных режимов строительства торгово-развлекательного центра.
2. Проведение численного эксперимента и получение зависимостей исследуемых показателей от варьируемых факторов.
3. Анализ и графическая интерпретация результатов численного эксперимента.

Результаты исследований. Для оценки эффективности организационных решений при строительстве торгово-развлекательного центра предложено использовать теорию экспериментально-статистического моделирования. Суть такого моделирования заключается в наблюдении за исследуемой системой путём фиксации значений исходящих параметров при задании значений входных. При этом в настоящем исследовании система представлена в виде графика производства работ. Алгоритм экспериментально-статистического моделирования показан на рис 1.

Ключевыми являются следующие показатели:

– Y_1 – максимальная месячная интенсивность финансирования – максимальный объем месячного финансирования за весь период работы. Определяется следующим образом: строится календарный график производства работ с распределением денежных средств по периодам (месяцам); полученный в результате график финансирования анализируется, и выбирается месяц с максимальным финансированием. Данная сумма финансирования принимается в качестве значения показателя;

– Y_2 – среднемесячная интенсивность финансирования – отношение денежных средств, выделяемых на строительство объекта, к длительности выполнения строительных работ, выраженной в месяцах.

На выбранные показатели наибольшее влияние оказывают следующие факторы:

– X_1 – интенсивность использования рабочего времени – при разработке плана эксперимента было предусмотрено 40, 60, 80 рабочих часов в неделю;

– X_2 – количество рабочих бригад – в данной работе рассмотрен вариант организации рабочего процесса с привлечением 1, 2 или 3 бригад одновременно;

– X_3 – совмещенность процессов – отношение длительности периода строительства T_c к суммарной величине рабочего времени всех процессов на всех захватках $\sum_1^N \sum_1^n t_i$.

$$K_{\text{совм}} = \frac{T_c}{\sum_1^N \sum_1^n t_i} - 1 \quad (1)$$

Переход к кодированным уровням факторов выполнен по типовой формуле 2:

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

где x_i – заданный уровень фактора в нормализованном виде; X_i – заданный уровень фактора в натураль-

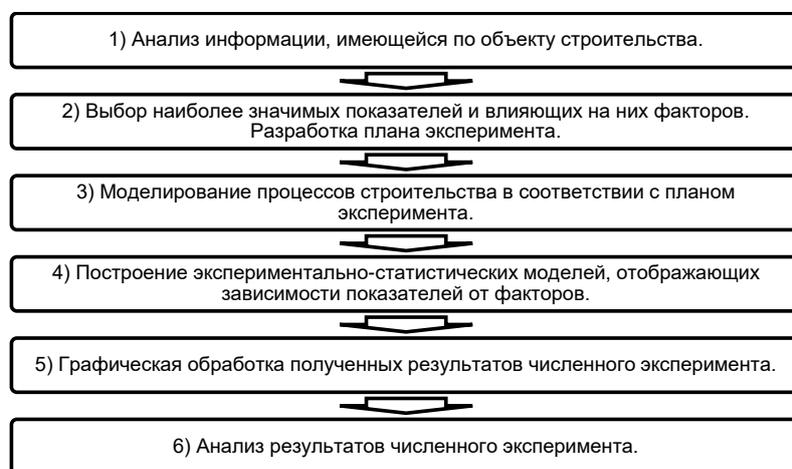


Рис. 1. Алгоритм исследования

Таблица 1. Результаты численного эксперимента

№	Интенсивность использования рабочего времени, часов в неделю (X_1)	Количество рабочих бригад, (X_2)	Совмещенность процессов, %, (X_3)	Максимальная месячная интенсивность финансирования, тыс. грн., (Y_1)	Среднемесячная интенсивность финансирования, тыс. грн., (Y_2)
1	40	1	61	15 171, 713	7 247, 944
2	40	1	76	20 788, 647	11 487, 308
3	40	3	61	32 012, 947	18 039, 328
4	80	1	61	21 591, 218	12 817, 417
5	40	3	76	43 728, 903	25 907, 546
6	80	1	76	30 764, 955	19 025, 854
7	80	3	61	38 833, 149	24 353, 094
8	80	3	76	58 253, 785	30 441, 367
9	80	2	68	44 725, 436	22 139, 176
10	40	2	68	26 268, 165	15 032, 774
11	60	3	68	50 425, 694	25 367, 806
12	60	1	68	20 667, 557	12 488, 766
13	60	2	76	47 045, 372	25 907, 546
14	60	2	61	28 462, 916	18 039, 328
15	60	2	68	33 285, 173	20 294, 245

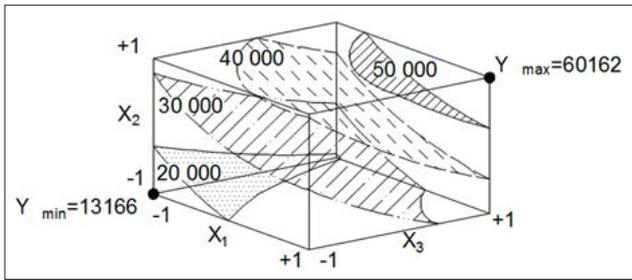


Рис. 2. Ипоповерхности изменения показателя «Максимальная месячная интенсивность финансирования», (тыс. грн.)

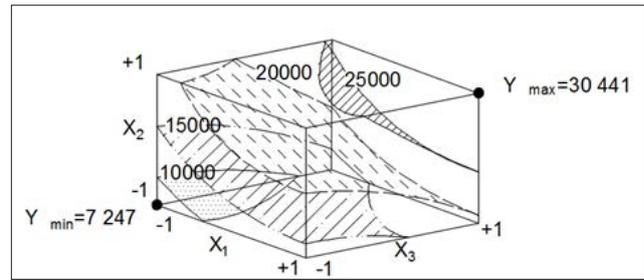


Рис. 3. Ипоповерхности изменения показателя «Среднемесячная интенсивность финансирования», (тыс. грн.)

ном виде; $X_{i\max}$ – максимальный уровень фактора в натуральном виде; $X_{i\min}$ – минимальный уровень фактора в натуральном виде.

Результаты численного эксперимента показаны в таблице 1.

Для решения задач настоящего исследования выбрана полиномиальная экспериментально-статистическая модель, общий вид которой представлен в формуле 3.

$$Y_i = b_0 + b_1X_1 + b_{11}X_1^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_2X_2 + b_{22}X_2^2 + b_{23}X_2X_3 + b_3X_3 + b_{33}X_3^2 \quad (3)$$

Закономерность изменения максимальной месячной интенсивности финансирования при строительстве ТРЦ описывается математической моделью, приведенной ниже:

$$Y_i = 36692,83 + 5619,81X_1 - 2047,95X_1^2 + 618,65X_1X_2 + 1407,68X_1X_3 + 11427,04X_2 - 1998,13X_2^2 + 2043,24X_2X_3 + 6450,97X_3 + 209,38X_3^2 \quad (4)$$

Для прогнозирования изменений исследуемых показателей при варьировании количества рабочих смен в сутки, интенсивности использования рабочего времени и совмещенности процессов наиболее рационально пользоваться графическим изображением (рис. 2) в трехфакторном пространстве.

Для этой цели были построены ипоповерхности показателя. Значения показателей на таких диаграммах отображаются с помощью ипоповерхностей, т.е. поверхностей, на которых находятся равные значения функции отклика.

На графическом представлении экспериментально-статистической зависимости, изображенной на рисунке 2, функция достигает экстремумов в следующих точках:

- $Y_{\max} = 60\ 162$ тыс. грн. при $X_1 = 80$ рабочих часов в неделю, $X_2 = 3$ рабочих бригады, $X_3 = 76\%$;
- $Y_{\min} = 13\ 166$ тыс. грн. при $X_1 = 40$ рабочих часов в неделю, $X_2 = 1$ рабочая бригада, $X_3 = 61\%$.

Максимальная месячная интенсивность финансирования строительных работ при возведении ТРЦ «Гагаринн Плаза» стремится к своему максимуму при приближении уровней факторов X_1 , X_2 и X_3 к максимальным значениям (80 рабочих часов в неделю, 3 рабочих бригады и совмещенность процессов 76%). При стремлении тех же факторов к минимальным значениям (40 рабочих часов в неделю, 1 рабочая бригада и совмещенность процессов 61%)

максимальная месячная интенсивность финансирования строительных работ приближается к минимуму.

Закономерность изменения среднемесячной интенсивности финансирования при строительстве ТРЦ описывается математической моделью, приведенной ниже:

$$Y_i = 20377,52 + 3106,2X_1 - 1812,37X_1^2 - 282,55X_1X_2 + 23,64X_1X_3 + 6104,18X_2 - 1470,06X_2^2 + 438,58X_2X_3 + 3227,25X_3 + 1575,09X_3^2$$

Были построены ипоповерхности показателя «Среднемесячная интенсивность финансирования» (рис. 3) в трехфакторном пространстве.

На графическом представлении экспериментально-статистической зависимости, изображенной на рисунке 3, функция достигает экстремумов в следующих точках:

- $Y_{\max} = 30\ 441$ тыс. грн. при $X_1 = 80$ рабочих часов в неделю, $X_2 = 3$ рабочих бригады, $X_3 = 76\%$;
- $Y_{\min} = 7\ 247$ тыс. грн. при $X_1 = 40$ рабочих часов в неделю, $X_2 = 1$ рабочая бригада, $X_3 = 61\%$.

Среднемесячная интенсивность финансирования строительных работ при возведении ТРЦ «Гагаринн Плаза» стремится к своему максимуму при приближении уровней варьирования факторов X_1 , X_2 и X_3 к максимальным значениям (80 рабочих часов в неделю, 3 рабочих бригады и совмещенность процессов 76%). При стремлении тех же факторов к минимальным значениям (40 рабочих часов в неделю, 1 рабочая бригада и совмещенность процессов 61%) среднемесячная интенсивность финансирования строительных работ стремится к минимуму.

Выводы. Применение разработанной методики и анализ полученных экспериментально-статистических моделей позволяет выполнить количественную оценку и анализ зависимостей между показателями интенсивности финансирования и влияющими на них организационными факторами.

Месячная интенсивность финансирования строительных работ при возведении торгово-развлекательного центра стремится к своему минимуму при приближении уровней исследуемых факторов к минимальным значениям (40 рабочих часов в неделю, 1 рабочая бригада и совмещенность процессов 61%) и равна 13 166 тыс. грн.

Минимальная среднемесячная интенсивность финансирования строительных работ при возведении торгово-развлекательного центра составляет 7 247 тыс. грн. при приближении уровней рассматриваемых факторов к минимальным значениям (40 рабочих часов в неделю, 1 рабочая бригада и совмещенность процессов 61%).

Литература

1. ICSC: исследование рынка торговой недвижимости Украины. *Архив журналов «Commercial Property CP»*. 2019. URL : <https://commercialproperty.ua/cp-articles/icsc-issledovanie-rynka-torgovoy-nedvizhimosti-ukrainy/>.
2. ICSC представил классификацию торговых центров Украины. *Архив журналов «Commercial Property CP»*. 2015. URL : <https://commercialproperty.ua/news/ukrainskiy-rynok/icsc-predstavil-klassifikatsiyu-torgovykh-tsentrov-ukrainy/>.

3. Официальный сайт организации «ICSC: International Council of Shopping Centers». 2019. URL : <https://www.icsc.org>.
4. Официальный сайт Gagarinn Plaza. URL : <http://gagarinnplaza.com/>.
5. Задгендзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. Москва : Наука, 1976. 390 с.
6. Лобакова Л.В. Організаційне моделювання реконструкції будівель при їх перепрофілюванні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.08 : Технологія та організація промислового та цивільного будівництва. Одеса, 2016. 21 с.
7. Меньлюк А.И. Оптимизация организационно-технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений. Киев : ТОВ НВП «Інтерсервіс», 2016. 332 с.
8. Налимов В.В. Логические основания планирования эксперимента. Москва : Metallurgija, 1980. 152 с.
9. Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов / под ред. Линника Ю.В. Москва : Наука, 1970. 281 с.
10. Чернов І.С. Вибір ефективних моделей зведення житлових будівель при фінансовій ситуації, що змінюється : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.08 : Технологія та організація промислового та цивільного будівництва. Одеса, 2013. 20 с.

References

1. ICSC: Study of the Ukrainian real estate market. (2019). Magazine archive "Commercial Property CP". Retrieved 16 April 2019, from <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". Retrieved 16 April 2019, from <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). Retrieved 16 April 2019, from <https://www.icsc.org>
4. The official website of Gagarinn Plaza. (2019). Retrieved 16 April 2019, from <http://gagarinnplaza.com/>
5. Zadgenidze I. G. (1976). Planning the experiment for the study of polycomponent systems [Planirovanie jeksperimenta dlja issledovanija mnogokomponentnyh system] (p. 390) 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. Menejlyuk, A., Ershov, M., Nikiforov, A., & Menejlyuk, I. (2016). Optimization of organizational and technological solutions of high-rise engineering structures reconstruction [Optimizacija or-ganizacionno-tehnologicheskikh reshenij rekonstrukcii vysotnyh inzhenernyh sooru-zhenij] (p.332). Odessa, Interservis.
8. Nalimov V. V., Golikova T. I. (1980). The logical base for the design of experiment [Logicheskie osnovanija planirovanija jeksperimenta] (p. 152). Moscow, Metallurgija.
9. Finni D. (1970). Introduction to design of experiments [Vvedenie v teoriju planirovanija jeksperimentov] (p. 281). 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.

FUNDING INTENSITY UNDER CHANGING THE ORGANIZATION OF SHOPPING AND ENTERTAINMENT CENTER CONSTRUCTION

Abstract. *The volume of construction of civil buildings in Ukraine is constantly growing, while the conditions for the civil construction are more complex compared to other types of construction. There were not found comprehensive system recommendations for the selection of organizational and financial decisions in the studied normative and reference literature on this topic. The high social, economic, and technical effect of solving the problem of choosing rational organizational decisions in civil engineering makes the research topic highly relevant. The paper presents the results of a numerical experiment of studying changes in the average and maximum monthly funding intensity depending on organizational factors during the construction of the shopping and entertainment center on the example of the Gagarin Plaza shopping center. Based on the analysis of literary sources, the most effective optimization method was selected, which is the experimental-statistical modeling using modern project management software and mathematical statistics. A methodology for experimental-statistical modeling of construction project indicators has been developed under changing organizational decisions for the shopping and entertainment center construction. The limits of variation of the maximum and average monthly funding intensity and their extreme values were determined under the influence of the intensity of the use of working time, the number of work teams, and the alignment of processes. It was determined that the nature of changes in different types of funding intensity of shopping and entertainment center construction is close, but different in numerical terms. The proposed methodology can be used for other projects for the civil construction, and the constructed experimental-statistical dependencies made it possible to introduce restrictions and determine the most effective option for construction organizing.*

Key words: *organization of construction, civil engineering, shopping mall, funding intensity.*

Menejlyuk I.O.

Ph.D., Doctoral Candidate, Kharkiv National University of Construction and Architecture, Kharkiv