

УДК 69.059.07

**И. Х. ГАЛИЕВ**, ст. преп. кафедры технологий строительного производства;  
**Э. И. ШАГИАХМЕТОВА**, канд. экон. наук, доц. кафедры экономики и предпринимательства в строительстве; **Р. А. ИБРАГИМОВ**, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой технологии строительного производства;  
**Р. Р. БОГДАНОВ**, канд. техн. наук кафедры технологии строительного производства; **Л. И. ЗИГАНГИРОВА**, аспирант кафедры технологии строительного производства

## ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ ПОД СУЩЕСТВУЮЩИМИ ЗДАНИЯМИ

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»  
Россия, 420043, г.Казань, ул. Зеленая, 1, эл. почта: galiev-ih@kgasu.ru

*Ключевые слова:* переопирание зданий на новые фундаменты; оптимизация организационно-технологических решений при реконструкции; устройство новых помещений под существующими зданиями; подземное пространство; экономический эффект.

---

*В исторических центрах городов с целью сохранения объектов культурного назначения целесообразным является переопирание стен реконструируемых зданий на фундаменты глубокого заложения и разработка подземного пространства под существующими зданиями с целью размещения в новых помещениях объектов различного назначения. В целях оценки окупаемости результатов проведенных работ по реконструкции, реставрации и приспособлению одного из объектов культурного наследия по улице Пушкина в городе Казани выполнен анализ затрат и разработана концепция инвестиционной окупаемости проекта.*

---

**Введение.** В настоящее время возможность сохранения объектов культурного наследия является приоритетной и важной задачей, однако, возможность ее выполнения усложняется стесненными условиями города. Для решения данной задачи целесообразным является пересадка зданий на новые фундаменты и разработка подземного пространства под существующими зданиями с целью размещения в новых помещениях объектов различного назначения: 1) социально значимые объекты: парковки, спортивные, административные, торговые сооружения, театры; 2) объекты оборонного комплекса; 3) объекты транспортной инфраструктуры; 4) промышленные и производственные объекты, хранилища, складские помещения и др. [1–5]. Однако стесненные условия строительства и необходимость выбора экономической модели для привлечения инвесторов требуют более тщательной проработки проектных и организационно-технологических мероприятий [6–8].

В реконструируемом объекте принято решение разместить ресторан, музей Шаляпина, цветочный магазин, офисные помещения, медицинское учреждение, офис управляющей компании и туристическое агентство, на плоской части кровли здания планируется расположение летнего кафе с видом на историческую

часть города. Внутренняя отделка помещений предполагается преимущественно в стиле лофт.

Целью работы является доказать экономическую эффективность разработанных организационно-технологических решений на объекте внедрения с целью увеличения подземных пространств существующих зданий.

**Материалы и методы.** При оценке эффективности работ по строительству и реконструкции объектов важна оптимизация продолжительности работ с сохранением качества их выполнения с учетом требований по экологической, производственной безопасности ведения работ [9]. На стадии разработки проекта формируются временные и стоимостные показатели, однако, фактические значения, как правило, различаются, необходим мониторинг показателей и выполнение план-факторного анализа. Работа выполнялась с применением алгоритмов, включающих в себя ресурсный метод расчета стоимости строительства, метод расчета продолжительности выполнения строительно-монтажных работ на базе их трудоемкости, также дисконтированный метод оценки эффективности инвестиционных проектов.

С использованием ГЭСН<sup>1</sup> были рассчитаны затраты труда и продолжительность работ по предполагаемому варианту и с учетом оптимизации организационно-технологических решений при проведении реконструкции на объекте внедрения по ул. Пушкина, 10 в г. Казани. Полученные данные позволили построить календарный график производства работ, а также строительный генеральный план [10].

Выполнение расчетов включало в себя следующие этапы:

1. Калькуляция ресурсов в текущих ценах и тарифах для расчета стоимости работ по реконструкции рассматриваемого объекта;
2. Определение продолжительности выполнения работ на основе данных о трудоемкости;
3. Оценка эффективности инвестиционных вложений на базе расчета дисконтированных денежных потоков:

– чистый дисконтированный доход

$$NPV = \sum \frac{CF_t}{(1+d)^t} - \sum \frac{I_t}{(1+d)^t} - I_0 > 0; \quad (1)$$

– дисконтированный срок окупаемости (PBP);

– внутренняя норма рентабельности проекта

$$IRR = d1 + \frac{NPV(d1)}{NPV(d1) - NPV(d2)} * (d2 - d1) > d; \quad (2)$$

– норма доходности дисконтированных затрат

$$PI = \frac{\sum \frac{CF_t}{(1+d)^t}}{\sum \frac{I_t}{(1+d)^t} + I_0} > 1; \quad (3)$$

где  $d$  – ставка дисконтирования;  $CF_t$  – поступления финансовых средств от аренды помещений в период  $t$ ;  $I_t$  – расходы на проект во временном промежутке  $t$  (реконструкция, коммунальные платежи, затраты на страхование, налоги, заработная плата персонала и др.);  $I_0$  – затраты на начальном этапе: покупка кадастрового участка и объекта недвижимости.

<sup>1</sup>[https://ru.wikipedia.org/wiki/Государственные\\_элементные\\_сметные\\_нормы\\_на\\_строительные\\_работы](https://ru.wikipedia.org/wiki/Государственные_элементные_сметные_нормы_на_строительные_работы)

**Результаты.** Объектом исследования является историческое здание – дом купца Лисицына С. Д. – Емелина В. Д., расположенный в г. Казани по адресу: ул. Пушкина, 10. Это здание примечательно еще тем, что в его флигеле в 1873 году родился певец Ф. И. Шаляпин. Данное здание находится в центре города, имеет три надземных этажа. Данное здание было приобретено инвесторами в 2016 году для целей реконструкции и приспособления.

В центральной части города Казани недостаточно коммерческих площадей, устроенных с использованием уникальных дизайнерских решений, поэтому было целесообразным увеличение полезной площади имеющегося здания за счет подземного этажа.

При этом работы по обустройству подземного этажа включали в себя: усиление стен существующего здания, бурение скважин, установку арматурных каркасов в скважины, бетонирование буронабивных свай, устройство ростверка металлического, пробивку проемов в кирпичных стенах для балок, установку поперечных балок, разработку грунта под подошвой фундамента и др. (рис. 1). Общая площадь вновь устраиваемых помещений в подвале составила 78,08 м<sup>2</sup>.

На рис. 1 показано, что после оптимизации организационно-технологических решений время, затраченное на реконструкцию в части разработки подземной части здания, сократилось на 52 рабочих дня.

Эффективность строительства и дальнейшей эксплуатации объекта была обоснована на основе расчетов, выполненных с использованием программного продукта «Альт-Инвест. Строительство». Расчет выполнен на период – 25 лет. Были учтены как инвестиционные затраты, так и операционные расходы, и доходы. На стадии эксплуатации планируется выплата коммунальных платежей, расходы по управлению объектом, доходы от сдачи помещений в аренду. Инвестиционные расходы включают в себя как покупку земельного участка, так и все затраты на комплекс работ по реконструкции здания.

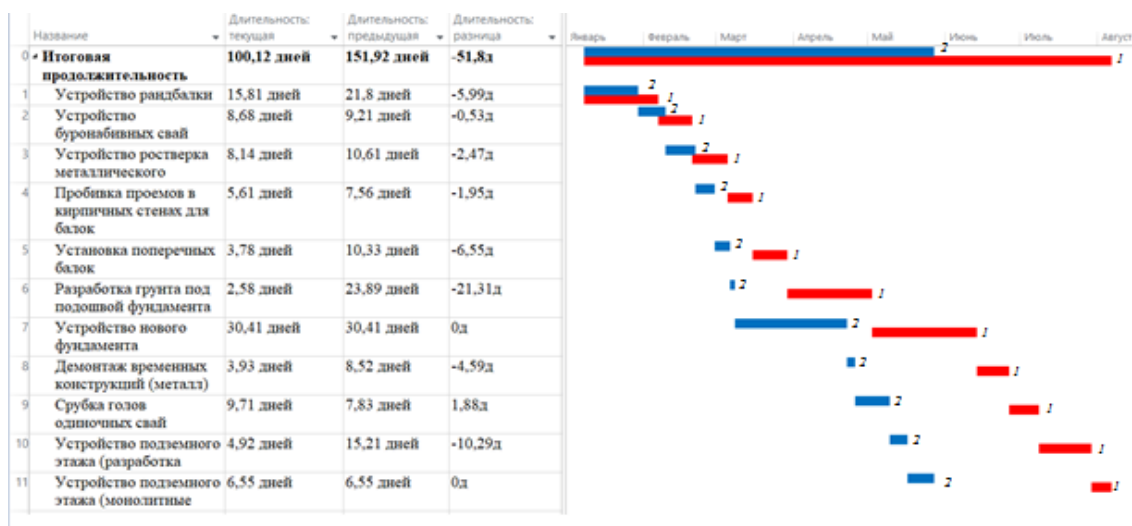


Рис. 1. Продолжительность подземных работ: 1 – до оптимизации; 2 – после оптимизации (выполнено авторами на базе программного продукта “Microsoft Project”)

Устройство подземного этажа привело к увеличению площади здания в целом на 4,43 %, при этом полезная площадь выросла на 6,55 %. Предложенные организационно-технологические решения позволили сократить сметную

стоимость реставрации здания с реконструкцией подземного этажа на 1 403 тыс. руб. Итоговые показатели эффективности, рассчитанные с учетом реконструкции и эксплуатации объекта в течение 25 лет, представлены на рис. 2.

Показатели	Проектные значения	Значения после оптимизации
Чистый дисконтированный доход (NPV), руб.	46 220	49 441
Норма доходности дисконтированных затрат (PI), разы	1,23	1,25
Дисконтированный срок окупаемости (PP), годы	18,61	18,24
Внутренняя норма рентабельности (IRR), %	13,3	13,4

Рис. 2. Показатели эффективности (выполнено авторами)

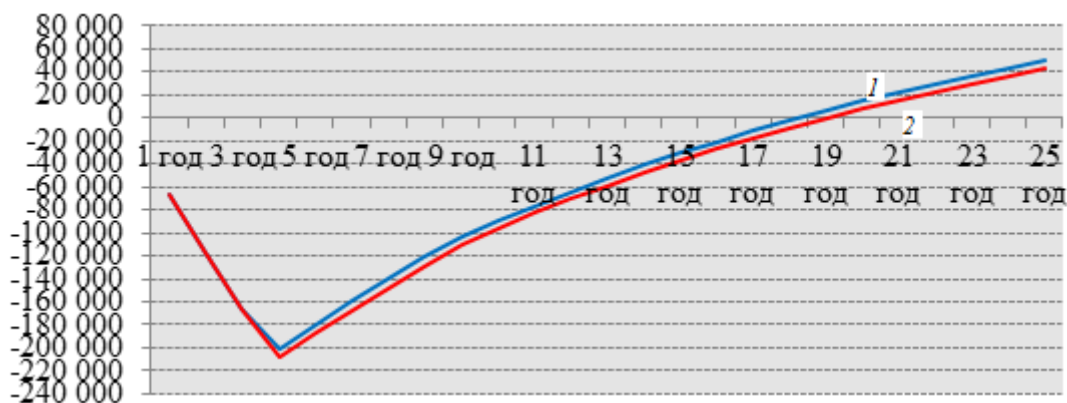


Рис. 3. Дисконтированный срок окупаемости проекта (рассчитано авторами с применением программного продукта «Альт-Инвест. Строительство»): 1 – дисконтированный поток нарастающим итогом после оптимизации; 2 – дисконтированный поток нарастающим итогом до оптимизации

Для приспособления под современные требования развивающейся инфраструктуры городских территорий со сложившейся исторической застройкой, подлежащей охране и сохранению, включая охранные зоны и зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности объектов культурного наследия, наиболее приемлемым остается вариант – устройство подземных пространств под существующими зданиями.

Благодаря разработанным организационно-технологическим решениям на объекте сметная стоимость работ уменьшилась на 0,67 %, срок окупаемости снизится на 4,4 %, а чистый дисконтированный доход вырастет более чем на 3 млн руб. в течение рассматриваемого периода реконструкции и эксплуатации – 20 лет.



Обосновано то, что предложенные организационно-технологические решения устройства подземного этажа ведут к сокращению продолжительности работ, уменьшению сметной стоимости на 1,4 млн руб., росту чистого дисконтированного дохода на 3,2 млн руб.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гайдо, А. Н. Методология выбора эффективных способов производства специальных работ в грунтах по критерию технологичности : технология и организация строительства : специальность 05.23.08 : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Гайдо Антон Николаевич. – Санкт-Петербург, 2021. – 338 с. – Текст : непосредственный.
2. Олейник, П. П. Методы определения продолжительности строительства объектов / П. П. Олейник, В. И. Бродский. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 12. – С. 30-32.
3. Мухаметзянов, З. Р. Условия достижения устойчивости организационно-технологических решений при строительстве объектов / З. Р. Мухаметзянов, П. П. Олейник. – Текст : электронный // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – № 10. – С. 95-100. – DOI 10.33622/0869-7019.2020.10.95-100.
4. The DEEP CITY Project : a Global Concept for a Sustainable Urban Underground Management / A. Parriaux, P. Blunier, P. Maire, L. Tacher // 11th ACUUS International Conference, Underground Space : Expanding the Frontiers, 10-13 september. – 2007. – P. 255–260.
5. Per, T. Development of the use of underground space in Sweden / T. Per, S. Robert // Per Tengborg, Robert Sturk Tunneling and Underground Space Technology. – 2016. – P. 339–340.
6. Oleynik, P. Method of complex organizational and technological designing underground structures and services / P. Oleynik // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – 2019. – P. – 066054. – DOI: 10.1088/1757-899X/698/6/066054.
7. Zigangirova, L. Optimization of Technological Solutions for Underground Space Construction of Existing Buildings / L. Zigangirova, I. Galiev, R. Ibragimov // Proceedings of STCCE : International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering 2022 : Lecture Notes in Civil Engineering, Kazan, 21–29 апреля 2022 г. – Switzerland : Springer Nature, 2022. – Vol. 291. – P. 219-225. – DOI 10.1007/978-3-031-14623-7\_19.
8. Multivariate model of construction project operational efficiency / E. Shagiakhmetova, O. Borovskikh, A. Nizamova, T. Kazymova // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan, 2020. – Kazan, Russia : IOP Science, 2020. – Vol. 890. – P. 012113. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012113.
9. Технологические и организационные аспекты реконструкции зданий / М. Н. Ершов, А. В. Ишин, П. П. Олейник [и др.]. – Текст : непосредственный // Технология и организация строительного производства. – 2014. – № 3. – С. 10–17.
10. Низамова, А. Ш. Организация и техническое нормирование в строительстве : учебное пособие / А. Ш. Низамова ; Казанский государственный архитектурно-строительный университет. – Казань : КазГАСУ, 2015. – 166 с. – ISBN 978-5-7829-0492-0. – Текст : непосредственный.



**GALIEV Ilyas Khalimovich**, senior lecturer at the department of construction production technology; **SHAGIAKHMETOVA Elvira Ilshatovna**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economics and entrepreneurship in construction; **IBRAGIMOV Ruslan Abdirashitovich**, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of construction production technology; **BOGDANOV Ruslan Ravilevich**, candidate of technical sciences, department of construction production technology; **ZIGANGIROVA Leisan Idrisovna**, postgraduate student of the department of construction production technology

### **ASSESSMENT OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF RECONSTRUCTION IN THE CONSTRUCTION OF ADDITIONAL SPACES UNDER EXISTING BUILDINGS**

Kazan State University of Architecture and Engineering  
1, Zelenaya St., Kazan, 420043, Russia; e-mail: galiev-ih@kgasu.ru

*Key words:* reconstructed buildings on new foundations; optimization of organizational and technological solutions during reconstruction; arrangement of new premises under existing buildings; underground space; economic effect.

---

*In historical city centers, in order to preserve cultural objects, it is advisable to re-erect the walls of reconstructed buildings on deep foundations and develop an underground space under existing buildings in order to accommodate objects of various purposes in new premises. In order to assess the payback of the results of the reconstruction, restoration and adaptation of one of the cultural heritage sites along Pushkin Street in Kazan, a cost analysis was performed and a concept of investment payback of the project was developed.*

---

#### REFERENCES

1. Gaido A. N. Metodologiya vybora effektivnykh sposobov proizvodstva spetsialnykh rabot v gruntakh po kriteriyu tekhnologichnosti [Methodology for choosing effective methods of producing special works in soils according to the criterion of manufacturability]: spetsialnost 05.23.08 : diss. ... doct. tekhn. nauk ; Saint Petersburg , 2021. 338 p.
2. Oleynik P. P., Brodskiy V. I. Metody opredeleniya prodolzhitelnosti stroitelstva obiektov [Methods for determining the duration of construction of facilities] Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and civil construction]. 2012. № 12. P. 30–32.
3. Mukhametzyanov Z. R., Oleynik P. P. Usloviya dostizheniya ustoychivosti organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy pri stroitelstve obiektov [Conditions for achieving sustainability of organizational and technological solutions in the construction of facilities] Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo [Industrial and civil construction]. 2020. № 10. P. 95-100. – DOI 10.33622/0869-7019.2020.10.95-100.
4. Parriaux A., Blunier P., Maire P., Tacher L. The DEEP CITY Project: A Global Concept for a Sustainable Urban Underground Management // 11th ACUUS International Conference, Underground Space: Expanding the Frontiers, 10-13 september. 2007. P. 255–260.
5. Per T., Robert S. Development of the use of underground space in Sweden // Per Tengborg, Robert Sturk Tunneling and Underground Space Technology. 2016. P. 339–340.
6. Oleynik P. Method of complex organizational and technological designing underground structures and services // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. P. 066054. – DOI: 10.1088/1757-899X/698/6/066054.
7. Zigangirova L., Galiev I., Ibragimov R. Optimization of Technological Solutions for Underground Space Construction of Existing Buildings // Proceedings of STCCE : International



Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering 2022 : Lecture Notes in Civil Engineering, Kazan, 21–29 April 2022. Vol. 291. Switzerland: Springer Nature, 2022. P. 219-225. – DOI 10.1007/978-3-031-14623-7\_19.

8. Shagiakhmetova E., Borovskikh O., Nizamova A., Kazymova T. Multivariate model of construction project operational efficiency // IOP conference series : Materials Science and Engineering, Kazan, 2020 Vol. 890. – Kazan, Russia: IOP Science, 2020. P. 012113. – DOI 10.1088/1757-899X/890/1/012113.

9. Ershov M. N., Ishin A. V., Oleynik P. P. [et al.]. Tekhnologicheskie i organizatsionnye aspekty rekonstruktsii zdaniy [Technological and organizational aspects of building reconstruction] Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Technology and organization of construction production]. 2014. № 3. P. 10-17.

10. Nizamova A. S. Organizatsiya i tekhnicheskoe normirovanie v stroitelstve [Organization and technical regulation in construction]: uchebnoe posobie. Kazan: Kazanskiy gos. arkh.-stroit. un-t. 2015. – 166 p.

© **И. Х. Галиев, Э. И. Шагиахметова, Р. А. Ибрагимов, Р. Р. Богданов, Л. И. Зигангирова, 2024**

Получено: 02.05.2024 г.