

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 69.059.2

DOI: 10.22227/1997-0935.2026.3.435-442

Прогнозирование динамики изменения продолжительности работ по капитальному ремонту зданий за счет варьирования численности трудовых ресурсов

Елена Анатольевна Король, Анна Геннадьевна Гудкова,
Рима Сергеевна Петросян, Диана Дмитриевна Антониади
*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. Ключевым инструментом планирования трудоемкости, продолжительности и стоимости строительных и ремонтно-строительных работ являются документы технологического нормирования, доказательная база которых основана на статистической обработке большого количества экспериментальных натуральных измерений этих параметров на строительной площадке и стоимостных расчетов с учетом варьирования цен в условиях рыночных отношений, а также обобщения опыта практической деятельности строительных организаций.

Материалы и методы. При выполнении комплекса строительных или ремонтно-строительных работ важным организационным решением в практической деятельности служит обоснование и выбор последовательности работ, возможное совмещение их во времени и пространстве, определяемые технологическими требованиями. Комплекс работ осуществляется, как правило, коллективом исполнителей — рабочих различных профессий и квалификации, предусматривающим выполнение сложных и ответственных технологических операций наиболее квалифицированными специалистами.

Результаты. Нормативными документами регламентирован минимальный состав исполнителей и их квалификационный уровень с целью проведения работ надлежащего качества и более эффективного использования рабочего времени при производстве отдельных видов ремонтно-строительных работ. При организации осуществления комплекса работ поточным методом для обеспечения ритмичности их выполнения количество исполнителей может быть увеличено в соответствии с объемами отдельных видов работ и принятыми размерами захваток и участков.

Выводы. Для упрощения процедуры принятия решения обеспечения трудовыми ресурсами комплекса работ по капитальному ремонту объекта при заданных объемах и продолжительности работ разработан инструментарий графической интерпретации формирования рационального количественного и квалификационного состава рабочих, занятых на различных видах работ, объединенных в комплексные бригады.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: комплексная бригада, ремонтно-строительные работы, трудоемкость, стоимость, продолжительность, последовательность работ

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Король Е.А., Гудкова А.Г., Петросян Р.С., Антониади Д.Д. Прогнозирование динамики изменения продолжительности работ по капитальному ремонту зданий за счет варьирования численности трудовых ресурсов // Вестник МГСУ. 2026. Т. 21. Вып. 3. С. 435–442. DOI: 10.22227/1997-0935.2026.3.435-442

Автор, ответственный за переписку: Рима Сергеевна Петросян, PetrosyanRS@mgsu.ru.

Prediction of major building repair duration as a function of workforce size

Elena A. Korol, Anna G. Gudkova, Rima S. Petrosyan, Diana D. Antoniadi
*Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. The primary tool for planning labour intensity, duration and cost of construction and repair works are documents of technological regulation. The evidence base of these documents is grounded in statistical processing of a large number of experimental field measurements of these parameters on the construction site, as well as cost calculations considering price fluctuations under market conditions, along with generalization of practical experience from construction organizations.

Materials and methods. In carrying out a set of construction or repair-construction works, an important organizational decision in practice involves substantiation and selection of work sequence, possible overlap in time and space determined by technological requirements. Typically, execution of such works is carried out by a team of workers representing different professions and qualifications, where more complex and critical technological operations are performed by highly skilled workers.

Results. To ensure proper quality of work and efficient use of working hours when performing individual types of repair-construction works, regulatory documents stipulate minimum staffing levels and qualification standards. When organizing work using flow methods to maintain rhythm, the number of personnel may be increased depending on specific volumes of particular tasks and accepted sizes of sections and areas.

Conclusions. For simplifying the procedure of making decisions regarding provision of human resources for a package of capital repair works given specified volumes and durations, a graphic interpretation tool has been developed. This tool helps form rational quantitative and qualitative composition of workers engaged in various activities within integrated teams.

KEYWORDS: integrated work crew, construction repair activities, labour input, project cost, work duration, work sequence

FOR CITATION: Korol E.A., Gudkova A.G., Petrosyan R.S., Antoniad D.D. Prediction of major building repair duration as a function of workforce size. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2026; 21(3):435-442. DOI: 10.22227/1997-0935.2026.3.435-442 (rus.).

Corresponding author: Rima S. Petrosyan, PetrosyanRS@mgsu.ru.

ВВЕДЕНИЕ

При проведении капитального ремонта многоквартирных домов наиболее распространенными и трудоемкими видами работ являются ремонт кровли, фасадов и инженерных систем [1–5]. Исходными данными для технологического проектирования служат геометрические размеры, объемно-планировочные и конструктивные решения объектов капитального ремонта, на основании которых определяют объемы работ различных видов.

Каждый вид работ выполняется рабочими одной профессии, но, как правило, различной квалификации, объединяемыми в звенья, минимальный количественный состав которых регламентирован нормативными документами. При осуществлении комплекса работ формируются бригады, которые могут объединять рабочих различных профессий и квалификации [6–9]. Проведение работ в определенные

сроки, так же как и возможность сокращения сроков их производства, связано с решением задачи выбора количественного и квалификационного состава рабочих на весь комплекс работ, которые могут производиться последовательно, параллельно, а также совмещенно во времени и пространстве [10–15].

Производство капитального ремонта в построенном здании отличается от возводимого объекта капитального строительства возможностью варьирования последовательности процессов, а также их совмещением. Для решения этих задач эффективно используются методы организационно-технологического моделирования [16, 17].

Наиболее распространенная при проведении капитального ремонта организации труда — с принятием организационных решений по совмещению рабочих профессий в комплексной бригаде [18, 19]. Применяемые методики расчета рационального состава комплексных бригад позволяют выявлять



a



b



c

Рис. 1. Фото фасадов панельного многоквартирного жилого дома серии П-44: *a* — в районе Крылатское г. Москвы; *b* — в 15 мкр. г. Зеленограда г. Москвы; *c* — в 16 мкр. г. Зеленограда г. Москвы

Fig. 1. Photo of the facades of a multi-storey residential panel building of series P-44: *a* — in Krylatskoye district, Moscow; *b* — in microdistrict 15, Zelenograd, Moscow; *c* — in microdistrict 16, Zelenograd, Moscow

временные резервы в функционировании отдельных исполнителей и устранять простои за счет совмещения профессий [20, 21]. Однако подобные расчеты трудоемкие. Вместе с тем они имеют единообразный характер, что дает возможность разработать инструментарий графической интерпретации в виде номограмм. Такой подход существенно упрощает процедуры принятия решения обеспечения трудовыми ресурсами выполнения комплекса работ

по капитальному ремонту объекта при заданных объемах и продолжительности работ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследований осуществлены расчеты количественного состава исполнителей комплекса работ по капитальному ремонту, включая ремонт фасада, кровли и инженерных систем для 40 вариантов объектов, различающихся площадью кровли, фаса-

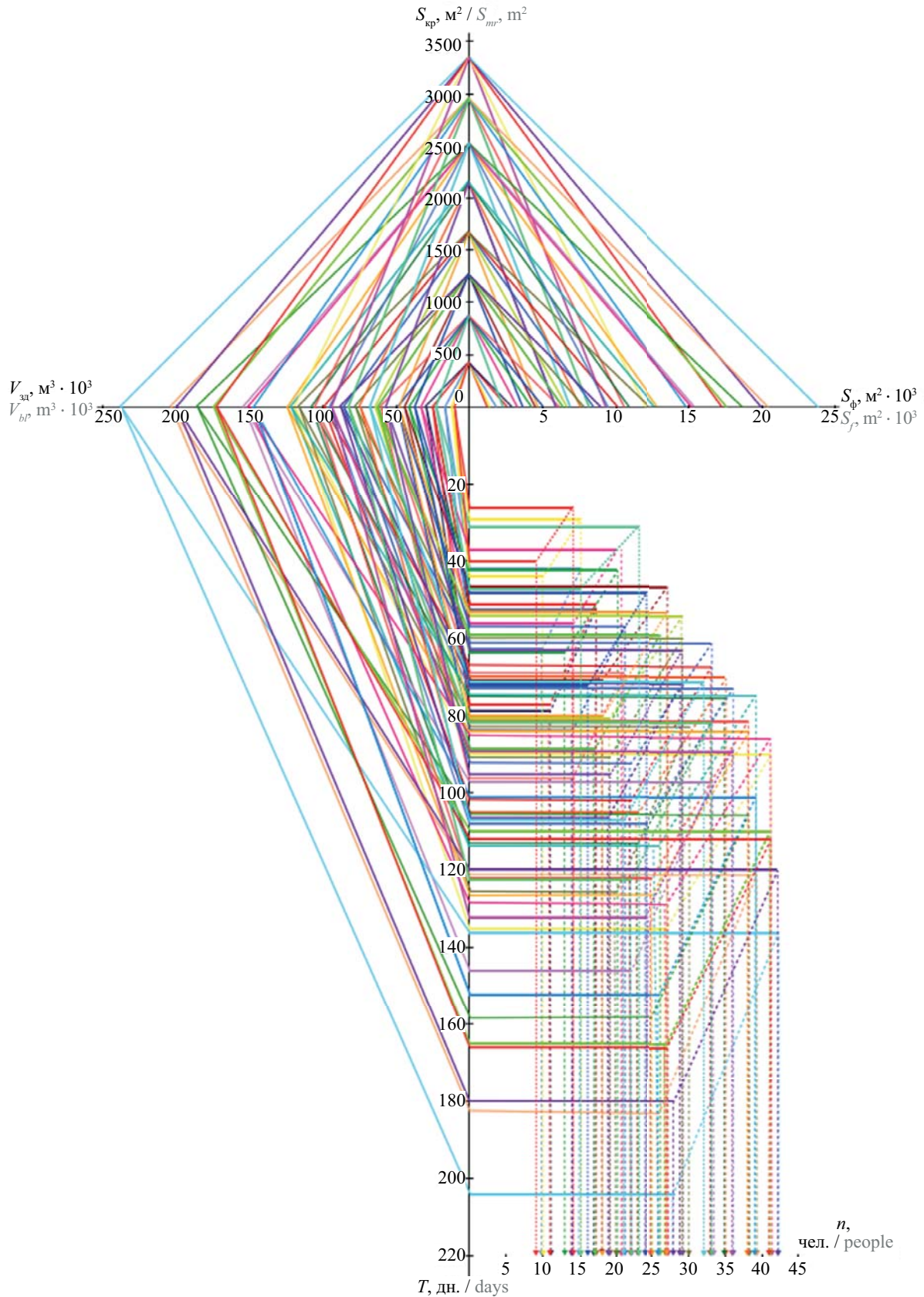


Рис. 3. Номограмма определения численного состава рабочих при различных объемах комплекса работ по капитальному ремонту многоквартирных домов

Fig. 3. Nomogram for determining the number of workers required for various volumes of work involved in the major repair in multi-family buildings

плекса перечисленных ранее работ изменялась от 28 до 202 дней. Минимальную продолжительность осуществления работ обеспечивала комплексная бригада численностью 43 чел. Сокращение рабочих бригады до 8 чел. приводило к значительному увеличению сроков — более 200 дней.

Построенная номограмма позволяет также планировать сокращение продолжительности работ, но за счет необходимого увеличения количества рабочих.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Планирование комплекса работ по капитальному ремонту связано с выбором квалификационного и количественного состава исполнителей — рабочих различных профессий, соответствующих видам

выполняемых работ. Как правило, для сокращения сроков проведения комплекса этих работ их не только совмещают во времени и пространстве в соответствии с выбранной технологией, но и объединяют в бригады, что позволяет наиболее эффективно использовать рабочее время, совмещая ряд профессий и исключая непроизводительные простои. Наиболее существенное влияние на основные технологические параметры, такие как продолжительность, трудоемкость и стоимость, оказывают номенклатура и объемы работ. Это дает возможность применять в научно-исследовательской и практической деятельности разработанный инструментарий — номограммы для варьирования и определения заданных сроков производства работ по капитальному ремонту зданий в зависимости от количественного состава рабочих.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Антониади В.Д., Антониади Д.Д. Пространственно-технологическая структура отдельных технологических процессов при ремонте фасада и кровли // *Строительство и архитектура*. 2023. Т. 11. № 1. С. 2. DOI: 10.29039/2308-0191-2022-11-1-3-3. EDN PSHQKQ.

2. Грабовый К.П., Король О.А. Анализ тенденций и резервов повышения экономической эффективности энергосберегающих мероприятий в строительном производстве и жилищно-коммунальной сфере // *Инновационно-технические решения при экоустойчивости в строительстве и управлении городским жилищно-коммунальным хозяйством*: сб. мат. VI Междунар. науч.-практ. конф. 2014. С. 65–71. EDN UIRGCL.

3. Грабовый К.П. Особенности проведения строительно-технического исследования объектов строительства, реконструкции, модернизации, технического перевооружения и капитального ремонта, реализованных с использованием целевых бюджетных средств в арбитражном судопроизводстве // *Актуальные проблемы строительной отрасли и образования*: сб. докл. Первой Национ. конф. 2020. С. 1019–1022. EDN INPKYU.

4. Король О.А. Концептуальные основы формирования нормативной базы капитального ремонта общего имущества многоквартирных жилых домов // *БСТ: Бюллетень строительной техники*. 2018. № 11 (1011). С. 20–21. EDN YMXPDP.

5. Лapidус А.А., Бидов Т.Х., Хубаев А.О., Эба С.И. Организационно-технологические решения при реконструкции и капитальном ремонте зданий и сооружений. М.: МГСУ, 2024. 64 с. EDN KTDCBD.

6. Лapidус А.А., Бидов Т.Х., Хубаев А.О. Исследование организационно-технических решений при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов // *Известия Тульского государ-*

ственного университета. Технические науки. 2024. № 2. С. 172–176. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-2-172-173. EDN UBHFXR.

7. Лapidус А.А., Фатуллаев Р.С., Бидов Т.Х., Николенко Д.М. Анализ стоимости выполненных работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных жилых домах в субъектах Российской Федерации // *Строительное производство*. 2023. № 2. С. 3–7. DOI: 10.54950/26585340202323. EDN JMWMYC.

8. Петросян Р.С. Формирование организационно-технологического механизма повышения технологичности производства работ при капитальном ремонте зданий // *Строительство: наука и образование*. 2023. Т. 13. № 1. С. 84–97. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.1.6. EDN UQDSGZ.

9. Кагазежев А.Ю., Фатуллаев Р.С., Хубаев А.О., Шестерикова Я.В. Анализ основных проблем планирования программ капитального ремонта // *Перспективы науки*. 2022. № 12 (159). С. 81–86. EDN WWCYKN.

10. Маилян Л.Д., Сизен Н.О. Организационно-технологический уровень капитального ремонта зданий и сооружений // *Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета*. 2025. Т. 22. № 1 (101). С. 136–147. DOI: 10.26518/2071-7296-2025-22-1-136-147. EDN BPZQQG.

11. Селезнев А.Б., Трусов К.С. Повышение энергоэффективности при капитальном ремонте многоквартирных домов в Российской Федерации: методы и технологии // *Прикладные экономические исследования*. 2024. № 3. С. 50–57. DOI: 10.47576/2949-1908.2024.3.3.005. EDN TOTТАК.

12. Векишин И.А., Куракова О.А. Применение инновационных технологий и материалов при проведении текущего и капитального ремонтов многоквартирных домов // *Экономика и предприниматель-*

ство. 2024. № 9 (170). С. 1297–1302. DOI: 10.34925/EIP.2024.170.9.240. EDN KUZFLG.

13. Wong S.K., Chau K.W., Yau Y., Cheung A.K.C. Property price gradients: the vertical dimension // Journal of Housing and the Built Environment. 2011. Vol. 26. Issue 1. Pp. 33–45. DOI: 10.1007/s10901-010-9203-8. EDN ZGLNTC.

14. Фатуллаев Р.С., Боровкова А.Е., Шароватов Н.А., Логузов В.А. Основные факторы, влияющие на производительность труда при выполнении капитального ремонта в многоквартирных жилых домах // Наука и бизнес: пути развития. 2024. № 7 (157). С. 58–64. EDN JRLPTF.

15. Korol E.A., Petrosyan R.S. Methodological Approaches to the Formation of the Organizational and Technological Mechanism for Improving the Manufacturability of Work during the Overhaul of Buildings // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 753. Issue 3. P. 032057. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032057. EDN SJIOGW.

16. Glass J., Bygballe L.E., Hall D. Transforming construction: the multi-scale challenges of changing and innovating in construction // Construction Management & Economics. 2022. Vol. 40. Issue 11–12. Pp. 855–864. DOI: 10.1080/01446193.2022.2141432. EDN WMTXIL.

17. Roslon J.H., Kulejewski J.E. A hybrid approach for solving multi-mode resource-constrained project scheduling problem in construction // Open Engineering. 2019. Vol. 9. Issue 1. Pp. 7–13. DOI: 10.1515/eng-2019-0006

18. Jaśkowski P., Biruk S., Krzemiński M. Modeling the problem of sequencing projects in the contractor's portfolio of orders // Archives of Civil Engineering. 2022. Vol. 68. Issue 3. Pp. 307–322. DOI: 10.24425/ace.2022.141887

19. Yin X., Liu H., Chen Y., Al-Hussein M. Building information modelling for off-site construction: Review and future directions // Automation in Construction. 2019. Vol. 101. Pp. 72–91. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.01.010

20. Razali M.F., Haron N.A., Hassim S., Alias A.H., Harun A.N., Abubakar A.S. A Review: Application of Building Information Modelling (BIM) over Building Life Cycles // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 357. Issue 1. P. 012028. DOI: 10.1088/1755-1315/357/1/012028

21. Dou Y., Yan X., Li T., Wang M., Zheng R., Yuan Y. Quality and safety management framework for intelligent construction: Cases study in China // KSCE Journal of Civil Engineering. 2025. Vol. 29. Issue 4. P. 100068. DOI: 10.1016/j.ksej.2024.100068

Поступила в редакцию 28 января 2026 г.

Принята в доработанном виде 3 февраля 2026 г.

Одобрена для публикации 4 февраля 2026 г.

ОБ АВТОРАХ: Елена Анатольевна Король — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры жилищно-коммунального комплекса; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);** 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; professorskorol@mail.ru;

Анна Геннадьевна Гудкова — кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального комплекса; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);** 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; 1948168@mail.ru;

Рима Сергеевна Петросян — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительного производства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);** 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; PetrosyanRS@mgsu.ru;

Диана Дмитриевна Антониади — аспирант кафедры жилищно-коммунального комплекса; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);** 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; antoniadi23@mail.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Antoniadis V., Antoniadis D. Spatial and technological structure of individual technological processes during repair facades and roofs. *Construction and Architecture*. 2023; 11(1):2. DOI: 10.29039/2308-0191-2022-11-1-3-3. EDN PSHQKQ. (rus.).

2. Grabovoi K.P., Korol O.A. Analysis of trends and reserves for increasing the economic efficiency of energy-saving measures in the construction indus-

try and housing and communal services. *Innovative technical solutions for environmental sustainability in construction and management of urban housing and communal services : collection of materials of the VI International scientific and practical conference*. 2014; 65-71. EDN UIRGCL. (rus.).

3. Grabovy K.P. Features of conducting construction and technical research of construction, reconstruction,

modernization, technical re-equipment and major repairs projects implemented using targeted budgetary funds in arbitration proceedings. *Actual problems of the construction industry and education : collection of reports of the First National Conference*. 2020; 1019-1022. EDN INPKYU. (rus.).

4. Korol O.A. Conceptual foundations of the regulatory framework of capital repairs of common property in apartment houses. *BTS: Bulletin of Construction Technique*. 2018; 11(1011):20-21. EDN YMXDPF. (rus.).

5. Lapidus A.A., Bidov T.Kh., Khubaev A.O., Ekba S.I. *Organizational and technological solutions for reconstruction and major repairs of buildings and structures*. Moscow, MGSU, 2024; 64. EDN KTDCBD. (rus.).

6. Lapidus A.A., Bidov T.Kh., Khubaev A.O. Study of organizational and technical solutions when carrying out major repairs of multiapartment residential buildings. *Bulletin of Tula State University. Technical Sciences*. 2024; 2:172-176. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-2-172-173. EDN UBHFXX. (rus.).

7. Lapidus A.A., Fatullaev R.S., Bidovtembot H., Nikolenko D.M. Analysis of the cost of completed work on capital repairs of common property in apartment buildings in the constituent entities of the Russian Federation. *Construction Production*. 2023; 2:3-7. DOI: 10.54950/26585340202323. EDN JMWMYC. (rus.).

8. Petrosyan R.S. Formation of an organisational and technological mechanism to improve the manufacturability of works in total building renovation. *Construction: Science and Education*. 2023; 13(1):84-97. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.1.6. EDN UQDSGZ. (rus.).

9. Kagazezhev A.Yu., Fatullaev R.S., Khubaev A.O., Shesterikova Ya.V. The analysis of the main problems in planning of overhaul programs. *Science Prospects*. 2022; 12(159):81-86. EDN WWCYKN. (rus.).

10. Mailyan L.D., Sizen N.O. Organizational and technological level of major repairs of buildings and structures. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2025; 22(1):(101):136-147. DOI: 10.26518/2071-7296-2025-22-1-136-147. EDN BPZQQG. (rus.).

11. Seleznev A.B., Trusov K.S. Increasing energy efficiency during major repairs of multi-apartment buildings in the russian federation: methods and technologies. *Applied Economic Research*. 2024; 3:50-57. DOI: 10.47576/2949-1908.2024.3.3.005. EDN TOTTAК. (rus.).

12. Vekshin I.A., Kurakova O.A. The use of innovative technologies and materials during the current and major repairs of apartment buildings. *Economy and Entrepreneurship*. 2024; 9(170):1297-1302. DOI: 10.34925/EIP.2024.170.9.240. EDN KUZFLG. (rus.).

13. Wong S.K., Chau K.W., Yau Y., Cheung A.K.C. Property price gradients: the vertical dimension. *Journal of Housing and the Built Environment*. 2011; 26(1):33-45. DOI: 10.1007/s10901-010-9203-8. EDN ZGLNТC.

14. Fatullaev R.S., Borovkova A.E., Sharovатов N.A., Loguzov V.A. The main factors affecting labor productivity in the performance of capital repairs in apartment buildings. *Science and Business: Ways of Development*. 2024; 7(157):58-64. EDN JRLPTF. (rus.).

15. Korol E.A., Petrosyan R.S. Methodological Approaches to the Formation of the Organizational and Technological Mechanism for Improving the Manufacturability of Work during the Overhaul of Buildings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 753(3):032057. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032057. EDN SJIOGW.

16. Glass J., Bygballe L.E., Hall D. Transforming construction: the multi-scale challenges of changing and innovating in construction. *Construction Management & Economics*. 2022; 40(11-12):855-864. DOI: 10.1080/01446193.2022.2141432. EDN WMTXIL.

17. Roslon J.H., Kulejewski J.E. A hybrid approach for solving multi-mode resource-constrained project scheduling problem in construction. *Open Engineering*. 2019; 9(1):7-13. DOI: 10.1515/eng-2019-0006

18. Jaśkowski P., Biruk S., Krzemiński M. Modeling the problem of sequencing projects in the contractor's portfolio of orders. *Archives of Civil Engineering*. 2022; 68(3):307-322. DOI: 10.24425/ace.2022.141887

19. Yin X., Liu H., Chen Y., Al-Hussein M. Building information modelling for off-site construction: Review and future directions. *Automation in Construction*. 2019; 101:72-91. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.01.010

20. Razali M.F., Haron N.A., Hassim S., Alias A.H., Harun A.N., Abubakar A.S. A Review: Application of Building Information Modelling (BIM) over Building Life Cycles. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 357(1):012028. DOI: 10.1088/1755-1315/357/1/012028

21. Dou Y., Yan X., Li T., Wang M., Zheng R., Yuan Y. Quality and safety management framework for intelligent construction: Cases study in China. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 2025; 29(4):100068. DOI: 10.1016/j.kscej.2024.100068

Received January 28, 2026.

Adopted in revised form on February 3, 2026.

Approved for publication on February 4, 2026.

BIONOTES: **Elena A. Korol** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Housing and Public Utilities; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; professorskorol@mail.ru;

Anna G. Gudkova — Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Housing and Public Utilities; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; 1948168@mail.ru;

Rima S. Petrosyan — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Construction Production; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; PetrosyanRS@mgsu.ru;

Diana D. Antoniadi — postgraduate student of the Department of Housing and Public Utilities; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; antoniadi23@mail.ru.

Contributions of the authors: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that they have no conflict of interest.