



Прогнозирование и оценка эффективности и надежности строительных систем при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

В.В. Пешков

Иркутский национальный исследовательский университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Целью работы является совершенствование методов организации и управления жизненным циклом объектов капитального строительства на этапе строительства при возникновении чрезвычайных ситуаций в условиях ограничения доступности ресурсов. Актуальность исследования обусловлена тенденцией увеличения на территории страны стихийных и техногенных ситуаций, к которым относятся наводнения. Регистрируемые чрезвычайные ситуации, вызванные наводнениями, указывают на необходимость оптимизации процессов организации строительства в соответствии со своевременным и адекватным реагированием привлекаемых ресурсов для предотвращения последствий чрезвычайных ситуаций, достижение которых возможно с использованием принципов целевой фокусировки процессов организации строительства. В работе систематизированы вызовы и проблемы организации и управления строительством, идентифицированы тенденции, особенности и закономерности организации строительных процессов при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. На основании этого предложены рекомендации по совершенствованию процессов строительства на основе принципов целевой фокусировки при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и обеспечения живучести зданий, подверженных подтоплению паводковыми водами.

Ключевые слова: надежность зданий, жизненный цикл, наводнения, строительный процесс, целостность строительных систем, инженерная устойчивость

Для цитирования: Пешков В.В. Прогнозирование и оценка эффективности и надежности строительных систем при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2023. Т. 13. № 2. С. 307–315. <https://elibrary.ru/wjmfpi>. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-2-307-315>.

Original article

Forecasting and assessment of efficiency and reliability of construction systems during emergency response

Vitaliy V. Peshkov

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The aim of the work involves the improvement of management processes during the life cycle of major construction objects, focused on enhancing the efficiency and reliability of construction systems in emergency situations with limited availability of resources. The relevance of the study is stipulated by the increasing trend in natural and man-made disasters on the territory of the Russian Federation, including floods. Registered emergencies associated with floods indicate that it is necessary to optimize the construction management processes through adequate and timely resource allocation in order to prevent and mitigate the consequences of such emergencies, which can be achieved by using the target-focused principles for construction management. The paper systematizes the challenges in construction management and identifies trends, specific features, and regularities of the organization of construction processes in emergency response. Based on this analysis, the recommendations are offered for improving construction processes using the target-focused principles in emergency response and ensuring the fail-safety of buildings exposed to flood waters.

Keywords: building reliability, life cycle, floods, construction process, integrity of building systems, engineering sustainability

For citation: Peshkov V.V. Forecasting and assessment of efficiency and reliability of construction systems during emergency response. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2023;13(2):307-315. (In Russ.). <https://elibrary.ru/wjmfpi>. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2023-2-307-315>.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из приоритетных векторов социально-экономического развития Российской Федерации, регламентированным рядом стратегических документов, к которым можно отнести «Концепцию долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2036 года», «Стратегию инновационного развития РФ на период до 2030 года» и «Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2024 года», является обеспечение граждан РФ доступным и комфортным жильем, отвечающего современным технологическим и экологическим требованиям. Особое значение данная задача приобретает при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных в том числе с разрушениями зданий и сооружений. Вероятность возникновения наводнений может быть вызвана изменением климата, экологическими, социально-экономическими и культурными факторами, совокупное наличие которых увеличивают риск возникновения наводнений. Несмотря на все достижения в разработке средств защиты от наводнений и моделирования наводнений, невозможно полностью устранить опасность наводнений и ущерб от них. Непосредственный риск, связанный с более частыми, непредсказуемыми опасностями и, следовательно, с более серьезными последствиями, подчеркивает необходимость применения альтернативных стратегий управления рисками наводнений и оценки их влияния на жизненный цикл здания, их устойчивость.

МЕТОДЫ

Термин «устойчивость» был впервые введен в области экологии Холлингом в 1973 г. и с тех пор получил популярность в области технических науки и борьбы со стихийными бедствиями. На фундаментальном уровне устойчивость относится к способности систем восстанавливать функциональность после возмущения. Тем не менее, широкое распространение термин «устойчивость» среди дисциплин привело к двусмысленности в отношении окончательного применения концепции. Р. Martin-Breen и А. J. Marti исследовали устойчивость для получения спектра устойчивости возрастающей сложности на основе трех междисциплинарных

структур: инженерной устойчивости, устойчивости систем и устойчивости в комплексно-адаптивных системах [1].

Инженерная устойчивость концептуализируется в качестве возврата к исходному состоянию и определяется как способность противостоять большим помехам без изменения, дезинтеграции или постоянного повреждения, возвращаться в прежнее состояние посредством применения различных работ по восстановлению.

Чтобы выделить ключевые методы, используемые для оценки устойчивости, методы необходимо сгруппировать в количественные и качественные подходы и далее классифицировать. Количественные подходы основаны на методе моделирования и включают в себя использование программного обеспечения для гидравлического моделирования и имитации наводнений как средства анализа живучести зданий [2]. Также могут использоваться другие методы моделирования, такие как моделирование на основе анализа обнаружения изменений. Качественные подходы были признаны доминирующими для измерения устойчивости. Качественные методы менее разнообразны, чем количественные, так как они в основном представляют собой описательные методы – теоретические основы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Действия по снижению риска наводнений могут быть предприняты в любой точке процесса управления чрезвычайными ситуациями и во многом зависят от социально-экономических условий в стране, а также от политики управления рисками [3].

Страны, обладающие финансовыми возможностями и политической волей для инвестирования в крупномасштабную инфраструктуру, могут определять свои стандарты риска наводнений на основе анализа затрат и выгод, где затраты на защиту от наводнений (например, строительство или укрепление дамб) и ожидаемый ущерб (разрушение зданий) сведены к минимуму.

Российская Федерация, имея своеобразные природные и климатические условия, сталкивается с различными стихийными явлениями, вызванными факторами сложного рельефа, об-

ширными географическими площадями. Так за последние пять лет количество чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями, ежегодно имеет тенденцию роста. В 2017 г. территория Красноярского края была подвержена наводнениям из-за ливневых дождей. Были эвакуированы более 700 чел., несколько дорог и железных дорог были разрушены или повреждены. В 2018 г. Иркутская область подверглась сильному наводнению из-за длительных ливней. Больше 2500 домов было затоплено, эвакуировано около 10 000 чел., погибли 25 чел. В мае 2019 г. понес серьезные потери из-за наводнений пгт. Усть-Карск в Забайкальском крае. Больше 9000 чел. были эвакуированы, множество домов и инфраструктура были повреждены. Опыт ликвидации последствий наводнений в перечисленных выше регионах доказал несоответствие системы управления, прогнозирования и оценки эффективности и надежности строительных систем при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций [5].

Кроме того, в подобных ситуациях, необходимо учитывать специфических условий данной территории, в том числе наличие транспортной инфраструктуры, имеющейся базы по производству строительных материалов и изделий, потенциальные возможности местных проектных и строительных организаций, природно-климатические условия и другие факторы. Таким образом, в условиях чрезвычайных ситуаций, когда в сжатые сроки требуется строительство жилья и других объектов, возникает потребность корректировки основных принципов и закономерностей организации и управления строительством и в том числе организации собственно строительных процессов [6].

Наличие особенностей функционирования строительной отрасли, позволяет определить, что организация строительных процессов зависит от различных условий реализации каждого проекта, что делает направление проектного управления эксклюзивным по сравнению с другими отраслями народного хозяйства (табл. 1).

Табл. 1. Особенности строительных проектов
Table 1. Features of construction projects

Особенности	Характеристика
Комплекс производственных процессов	Уровень производительности в строительстве зависит от передвижения средств производства между различными объектами, а также комплектацией ресурсами этих объектов. Поставка ресурсов на каждый этап работ оказывает влияние на время и стоимость каждого отдельного этапа, а также на стоимость ресурсов на месте строительства. Она также влияет на организацию проекта, коммуникацию, обмен информацией, контроль и надзор, а также на корректировку и модернизацию управленческих решений [7]
Локализация недвижимости	Важно отметить, что закон локализации объекта недвижимости указывает на то, что даже если два здания полностью идентичны и находятся рядом друг с другом, они будут иметь разное значение и воздействие на окружающую среду. На будущие характеристики эксплуатации объекта недвижимости влияют не только природно-климатические, социально-географические и инфраструктурные особенности земельного участка, но и местные стандарты, строительные нормы и правила, а также ряд внутренних рисков и наличие решений по их устранению [8]
Закон замораживания ресурсов	Если средства замораживаются в течение длительного времени, это может привести к увеличению затрат на строительство из-за высоких расходов на ресурсы и материалы. Длительность процесса «разморозки» напрямую влияет на итоговую стоимость проекта и затраты на капитал. Высокое потребление (нерациональное использование) материалов также увеличивает затраты на доставку ресурсов на строительную площадку, а также на хранение излишков заготовленных материалов, их обработку, потери и отходы, связанные с технологическим процессом [9]
Высокая капиталоемкость и длительная окупаемость	Наличие многосубъектности и необходимость диверсификации средств
Многосубъектность	Строительная сфера является самой распространенной для применения методов подрядных отношений. Подрядные отношения включают в себя не только работы, но и интеллектуальные услуги, услуги по проектированию и планированию производства

Вышеперечисленные особенности еще раз подтверждают уникальность управленческой методологии, которая учитывает все особенности строительных проектов.

Организация строительных процессов при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций требует от субъектов обеспечение скоординированной работы как в процессе взаимодействия субъектов, так и внутри каждого строительного процесса [10, 11]. Не вызывает сомнений, что на всех этапах жизненного цикла объекта строительства следует использовать инновационные технологии, методы организации работ, позволяющих производить работы с высоким качеством и минимально возможными затратами, что повысит уровень рентабельности и обеспечит конкурентное преимущество [12]. На основании этого необходимо разработать основы для системного и эффективного процесса организации строительного производства при устранении последствий наводнений с учетом ограниченности временных и материальных ресурсов на основе принципов безопасности, адаптивности, системы менеджмента качества, ресурсосбережения и бережливого производства. Это позволит обеспечить оптимальное распределение всех видов ресурсов, а также предсказать и оценить эффективность и надежность строительных систем при ликвидации чрезвычайных ситуаций. В процессе организации строительных процессов необходимо применять один из четырех подходов – процессный, проектный, функциональный и структурный. При выборе одного из приведенных подходов организации строительных процессов наиболее важным является обеспечение эффективной производственной дея-

тельности при наблюдаемой, открытой и эффективно управляемой системы. При этом под эффективностью организации строительных процессов необходимо понимать способность организационной системы к своевременному реагированию на факторы внешней среды, оказывающих негативное влияние на производственный процесс [13–15].

Для целей оценки эффективности организации строительных процессов необходимо учитывать два основных аспекта (рис. 1):

- систему показателей, направленную на оценку текущего состояния строительного процесса, с той точки зрения, которая обеспечит принятие эффективных управленческих решений на каждом отдельном элементе процесса (на каждом отдельном этапе жизненного цикла);

- набор переменных, от значения которых зависят результаты показателей эффективности различных видов деятельности на каждом этапе строительного процесса.

В этом аспекте необходимо отметить, что строительные процессы представляют собой взаимосвязанную систему реализации проектов по созданию или изменению недвижимости. Такая деятельность чувствительна к условиям внешней и внутренней среды, и процессы организации строительства осуществляются в динамичной среде, которая влияет на результативность работы и качество конечной строительной продукции. Определение проблемных областей, которые оказывают влияние на эффективность процессов организации строительства, целесообразно при рассмотрении системы организации строительных процессов при ликвидации чрезвычайных ситуаций [16–19].

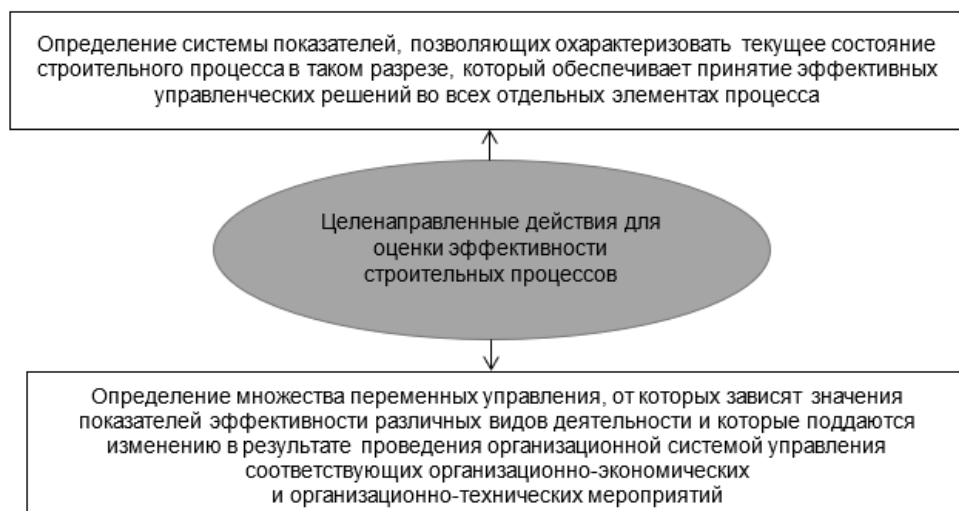


Рис.1. Перечень целенаправленные действий для оценки эффективности строительных процессов
Fig.1. List of targeted actions to assess the effectiveness of construction processes

На этапе строительства жизненного цикла объекта возникает большое количество разнообразных по происхождению и интенсивности проблемных факторов и обстоятельств, которые постепенно становятся рисками проекта, оказывающими многократное влияние в особенности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Комплексный анализ случаев наводнений на территории Иркутской области позволил сформировать перечень мероприятий, которые целесообразно осуществлять на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, вызванных наводнением (рис. 2).

Основываясь на приведенных на рис. 2 показателях, можно утверждать, что существует широкий спектр государственных и частных

мер по снижению риска наводнений с различными затратами, эффективностью и временными характеристиками, которые могут быть применены до того как произойдет наводнение [21, 22]. Постоянные меры, такие как дамбы, плотины и насосные станции, являются наиболее часто используемыми для предотвращения наводнений.

Временные меры, напротив, используются либо для уменьшения последствий наводнения (например, эвакуации), либо для уменьшения вероятности наводнения путем увеличения уровней защиты в течение ограниченного периода времени (например, строительство временной дамбы, укрепление существующей дамбы мешками с песком или очистка дренажных каналов) [23].



Рис. 2. Перечень мероприятий на подверженных чрезвычайными ситуациями природного характера территориях
Fig. 2. List of activities in areas prone to natural emergencies

Постоянные меры по предотвращению наводнений разрабатываются на основе статистики экстремальных явлений. Они имеют заранее определенные сроки жизни, и поэтому их часто называют «долгосрочными» мерами. Их общая стоимость в течение срока службы состоит из первоначальных инвестиций в строительство и ежегодных затрат на техническое обслуживание. Они обеспечивают защиту до определенного уровня безопасности, который здесь определяется заданным временем возврата разряда [24]. Как и в случае постоянных мер, временные меры имеют первоначальные затраты (например, приобретение необходимых материалов, установка системы прогнозирования), но также и затраты, связанные с их внедрением. Последние зависят от того, сколько раз инициировано действие. Ущерб от наводнения зависит от того, эффективно ли меры снижают риск наводнения.

ВЫВОДЫ

Общий вывод исследования состоит в том, что управление процессами организации строительства требует корректировки и совершенствования системы. Результаты дея-

тельности в этой отрасли должны быть экономически эффективными и учитывать различные функциональные аспекты, включая технические и экологические вызовы. Также необходимо учитывать необходимость специализации на создание строительной продукции, соответствующей стратегическим целям развития страны и регионов. Важно также учитывать факторы возникновения чрезвычайных ситуаций на заселенных территориях.

В статье подчеркивается активный поиск новых подходов и инструментов для модернизации отраслей экономики, включая инвестиционно-строительную сферу.

Эта отрасль играет важную роль не только в старте реализации программ развития, но и на всех ее стадиях, включая ликвидацию чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнением, что требует модернизации целевых установок и подходов к организации строительного производства, обеспечивающих возможность прогнозирования и оценки эффективности и надежности строительных систем при ликвидации последствий наводнений и затоплений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Martin-Breen P., Anderies J. Marti. Resilience: a literature review'. Brighton: IDS, 2011. 4 p.
2. Mohamed Sayed Bassiony Ahmed Abd El-Karim, Omar Aly Mosa El Nawawy, Ahmed Mohamed Abdel-Alim. Identification and assessment of risk factors affecting construction projects // HBRC Journal. 2017. Vol. 13. Iss. 2. P. 202–216. <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2015.05.001>.
3. Арефьева Е.В., Болгов М.В. Особенности прогнозирования природных наводнений в целях снижения риска чрезвычайных ситуаций на примере Краснодарского края // Технологии гражданской безопасности. 2018. Т. 15. № 4 (58). С. 40–47. EDN: VOPZGD. <https://doi.org/10.54234/CST.19968493.2018.15.4.5.8.6.40>.
4. Игнатенкова В.А. Проблематика прибрежных территорий реки Ангары в пределах Иркутской агломерации: эволюция изменений (конец XVII в. – начало XXI в.) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 4. С. 704–715. EDN: IPTYYP. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-4-704-715>.
5. Королев В.Ю., Арефьева Е.В., Нефедова Ю.С., Рыбаков А.В., Лазовский Н.А. Прогнозирование рисков наводнений на основе метода оценивания вероятностей превышения критических значений в неоднородных потоках экстремальных событий // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2015. № 1 (24). С. 40–56. EDN: TNCGOF.
6. Безруких О.А., Матвеева М.В. Управление процессами организации строительства при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т. 11. № 3. С. 422–431. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-422-431>.
7. Kabanov V.N. Organizational and technological reliability of the construction process // Magazine of Civil Engineering. 2018. No. 77 (1). P. 59–67. <https://doi.org/10.18720/MCE.77.6>.
8. Гинзбург А.В. Организационно-технологическая надежность строительных систем // Вестник МГСУ. 2010. № 4. С. 251–255. EDN: NEJDYB.
9. Сборщиков С.Б., Шинкарева Г.Н., Маслова Л.А., Лейбман Д.М. Оценка эффективности управления реализацией строительного проекта в условиях воздействия случайных факторов // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 11 (110). С. 1240–1247. EDN: YMEBRE. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.11.1240-1247>.
10. Михайлова Е.В. Определение продолжительности возведения зданий и сооружений в условиях неопределенности // Строительное производство. 2020. № 1. С. 12–16. EDN: LLMNFV. https://doi.org/10.54950/26585340_2020_1_12.
11. Лапидус А.А. Влияние современных техно-

логических и организационных мероприятий на достижение планируемых результатов строительных проектов // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2. С. 1. EDN: RDIYCF.

12. Paslawski J. Flexible approach for construction process management under risk and uncertainty // *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 208. P. 114–124. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.028>.

13. Козлова Е.А. Инновационные методы в строительстве и их влияние на продолжительность строительного производства // Вестник современных исследований. 2018. № 12.5 (27). С. 165–168. EDN: YSQSGL.

14. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Тимошенко З.В. Особенности выполнения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного характера // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2020. № 1. С. 116–120. EDN: TRMNVQ. <https://doi.org/10.36535/0869-4176-2020-01-12>.

15. Роздобутько Д.А. Конструктивное решение малоэтажных зданий возводимых в прибрежных районах // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2023. № 2 (1062). С. 35–37. EDN: MFMHAT.

16. Масляев А.В. О безопасности массовых жилых и общественных зданий при опасных природных воздействиях // Жилищное строительство. 2021. № 1-2. С. 40–49. EDN: XJAAVO. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-1-2-40-49>.

17. Масляев А.В. Населенные пункты России не защищены от воздействия опасных природных явлений // Жилищное строительство. 2019. № 5. С. 36–42. EDN: HWKYTM. <https://doi.org/10.31659/0044-44722019-5-36-42>.

18. Иштрякова Т.Р. Сравнение отечественного и зарубежного подходов к управлению жизненным циклом объектов строительства // Актуальные вопросы современной экономики.

2020. № 5. С. 296–301. EDN: PVOJMX. <https://doi.org/10.34755/IROK.2020.55.78.073>.

19. Матвеева М.В., Козьма М.В. Механизм повышения рейтинга ESG-факторов жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта // *Baikal Research Journal*. 2022. Т. 13. № 3. С. 25. EDN: LVJKEL. [https://doi.org/10.17150/2411-6262.2022.13\(3\).25](https://doi.org/10.17150/2411-6262.2022.13(3).25).

20. Градинарь М.Г. Управление строительными процессами с помощью моделирования их параметров // *Globus*. 2020. № 3 (49). С. 27–28.

21. Кривогино Д.Н., Алакина С.В., Алакин Д.Э. Построение модели комплексного оценивания альтернативных характеристик строительной системы (на примере автотранспортных тоннелей) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. Т. 10. № 2. С. 220–227. EDN: IJEUPJ. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2020-2-220-227>.

22. Медяник Ю.В. Совершенствование системы инжиниринга инвестиционно-строительной деятельности // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9. № 2. С. 501–514. <https://doi.org/10.18334/vinec.9.2.40704>.

23. Грабовый П.Г., Старовойтов А.С. Проблемы индивидуального жилищного строительства в России и возможные пути их решения // Недвижимость: экономика, управление. 2019. № 1. С. 94–103. EDN: RDDPDV.

24. Каракозова И.В. Исследование универсальной последовательности строительных работ // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 9. С. 1321–1333. EDN: PORILC. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2020.9.1321-1333>.

25. Морозенко А.А., Воронков И.Е. Проблемы оценки повышения надежности элементов организационной структуры инвестиционно-строительного проекта // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 12. С. 30–32. EDN: TBVEHR.

REFERENCES

1. Martin-Breen P., Anderies J. Marti. Resilience: a literature review'. Brighton: IDS; 2011. 4 p.

2. Mohamed Sayed Bassiony Ahmed Abd El-Karim, Omar Aly Mosa El Nawawy, Ahmed Mohamed Abdel-Alim. Identification and assessment of risk factors affecting construction projects. *HBRC Journal*. 2017;13(2):202-216. <https://doi.org/10.1016/j.hbrj.2015.05.001>.

3. Arefieva E.V., Bolgov M.V. Specifics of natural flood forecast for disaster risk reduction. case study of Krasnodar krai. *Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti*. 2018;15(4):40-47. (In Russ.). EDN: VOPZGD. <https://doi.org/10.54234/CST.19968493.2018.15.4.58.6.40>.

4. Ignatenkova V.A. Problems associated with

coastal areas of the River Angara within the Irkutsk agglomeration: history of changes from late 17th to early 21st century. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(4):704-715. (In Russ.). EDN: IPTYYP. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-4-704-715>.

5. Korolev V.Yu., Aref'eva E.V., Nefedova Yu.S., Rybakov A.V., Lazovskii N.A. Forecasting of risks of floods on the ground of method of estimating of probabilities of exceeding of critical values within non-ordinary streams of extreme events. *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoi zashchity*. 2015;1:40-56. (In Russ.). EDN: TNCGOF.

6. Bezrukikh O.A., Matveeva M.V. Managing construction processes in emergency response to floods. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(3):422-431. (In Russ.). EDN: MYJDSA. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-422-431>.
7. Kabanov V.N. Organizational and technological reliability of the construction process. *Magazine of Civil Engineering*. 2018;77(1):59-67. <https://doi.org/10.18720/MCE.77.6>.
8. Ginzburg A.V. Organizational and technological reliability of construction systems. *Vestnik MGSU*. 2010;4:251-255. (In Russ.). EDN: NEJDYB.
9. Sborshchikov S.B., Shinkareva G.N., Maslova L.A., Leybman D.M. Evaluation of effectiveness of managing construction project realization under the influence of random factors. *Vestnik MGSU*. 2017;12(11):1240-1247. (In Russ.). EDN: YMEBRE. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2017.11.1240-1247>.
10. Mikhaylova E.V. Determining the duration of construction of buildings and structures under uncertainty. *Stroitel'noe proizvodstvo = Construction production*. 2020;1:12-16. (In Russ.). EDN: LLMNFV. https://doi.org/10.54950/26585340_2020_1_12.
11. Lapidus A.A. The influence of modern technological and organizational actions for achievement of the planned results of the construction projects. *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva*. 2013;2:1. (In Russ.). EDN: RDIYCF.
12. Paslawski J. Flexible approach for construction process management under risk and uncertainty. *Procedia Engineering*. 2017;208:114-124. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.028>.
13. Kozlova E.A. Innovative methods in construction and their impact on the duration of construction production. *Vestnik sovremennykh issledovaniy*. 2018;12.5:165-168. (In Russ.). EDN: YSQSGL.
14. Ageev S.V., Podrezov J.V., Romanov A.S., Timoshenko Z.V. Features of formation and main characteristics of avalanches on the territory of the Russian Federation. *Problemy bezopasnosti i chrezvychaynykh situatsii = Safety and emergencies problems*. 2020;1:116-120. (In Russ.). EDN: TRMNVQ. <https://doi.org/10.36535/0869-4176-2020-01-12>.
15. Rozdobut'ko D.A. Constructive solution of low-rise buildings erected in coastal areas. *BST: Byulleten' stroitel'noi tekhniki*. 2023;2:35-37. (In Russ.). EDN: MFMHAT.
16. Maslyayev A.V. About the safety of mass residential and public buildings in case of dangerous natural influences. *Zhilishchnoe stroitel'stvo = Housing construction*. 2021;1-2:40-49. (In Russ.). EDN: XJAAVO. <https://doi.org/10.31659/0044-4472-2021-1-2-40-49>.
17. Maslyayev A.V. Russian settlements are not protected against the impact of natural hazards. *Zhilishchnoe stroitel'stvo = Housing construction*. 2019;5:36-42. (In Russ.). EDN: HWKYTM. <https://doi.org/10.31659/0044-44722019-5-36-42>.
18. Ishtyakova T.R. Comparison of domestic and foreign approaches to managing the life cycle of construction objects. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki = Actual issues of the modern economy*. 2020;5:296-301. (In Russ.). EDN: PVOJMX. <https://doi.org/10.34755/IROK.2020.55.78.073>.
19. Matveeva M.V., Kozma M.V. Mechanism for increasing rating of ESG-factors of construction investment life cycle. *Baikal Research Journal*. 2022;13(3):25. (In Russ.). EDN: LVJKEL. [https://doi.org/10.17150/2411-6262.2022.13\(3\).25](https://doi.org/10.17150/2411-6262.2022.13(3).25).
20. Gradinar' M.G. Management of construction processes by modeling their parameters. *Globus*. 2020;3(49):27-28. (In Russ.).
21. Krivogina D.N., Alakina S.V., Alakin D.E. Model for integrated assessment of alternative characteristics of a building system (on the example of road tunnels). *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2020;10(2): 220-227. (In Russ.). EDN: IJEUPJ. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2020-2-220-227>.
22. Medyanik Yu.V. Improvement of the engineering system of investment and construction activities. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki = Russian journal of innovation economics*. 2019;9(2):501-514. (In Russ.). EDN: SAHKWW. <https://doi.org/10.18334/vinec.9.2.40704>.
23. Grabovyy P.G., Starovoitov A.S. Problems of individual housing construction in Russia and possible solutions. *Nedvizhimost': ekonomika, upravlenie = Real estate: economics, management*. 2019;1:94-103. (In Russ.). EDN: RDDPDV.
24. Karakozova I.V. Issledovanie universal'noi posledovatel'nosti stroitel'nykh rabot. *Vestnik MGSU*. 2020;15(9):1321-1333. (In Russ.). EDN: PORILC. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2020.9.1321-1333>.
25. Morozenko A.A., Voronkov I.E. Problems of estimating and improving the reliability of elements of organizational structure of an investment and construction project. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2014;12:30-32. (In Russ.). EDN: TBVEHR.

Информация об авторе**Пешков Виталий Владимирович**

д.э.н., профессор,
директор института архитектуры,
строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: pvv@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0001-7999-0999>

Information about the author**Vitaly V. Peshkov**

Dr. Sci. (Eng.), Professor,
Director of the Institute of Architecture,
Construction and Design,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: pvv@istu.edu
<https://orcid.org/0000-0001-7999-0999>

Вклад автора

Автор провел исследование, подготовил
рукопись к печати и несет ответственность
за плагиат.

Contribution of the author

Autor has conducted the study, prepared
the manuscript for publication and bears
the responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта инте-
ресов.

Conflict of interests

The author declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

Автор прочитал и одобрил окончательный ва-
риант рукописи.

The final manuscript has been read and approved
by the author.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 13.02.0023.
Одобрена после рецензирования 03.03.2023.
Принята к публикации 06.03.2023.

Information about the article

The article was submitted 13.02.0023.
Approved after reviewing 03.03.2023.
Accepted for publication 06.03.2023.