Оригинальная статья / Original article
УДК 69.056
DOI: http://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-422-431

Управление процессами организации строительства при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями

© О. А. Безруких, М. В. Матвеева
Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Резюме: Одной из важнейших мировых проблем является глобальная перемена климата, которая привела к смещению баланса природных систем, вызвав температурные аномалии, изменение режима выпадения осадков, увеличение количества ураганов и землетрясений, случаев засухи и наводнений, что в целом способствует возрастанию количества чрезвычайных ситуаций природного характера. Наводнения являются одним из распространенных природных явлений, которые могут представлять огромную опасность для людей и объектов строительства и являются причиной значительных убытков по всей стране. Цель исследования – разработка концепции управления процессами организации строительства при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями, для минимизации ущерба и обеспечения наиболее быстрого и качественного проведения восстановительных работ. Был осуществлен анализ ресурсной и процессной составляющих при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, а также уровня ущерба и последствий после наводнений. Данные исследования позволили разработать концепцию управления процессами организации строительства на основе принципов целевой фокусировки. В соответствии с данной концепцией установлено, что технология крупнопанельного домостроения отвечает основным требованиям к строительным конструкциям и материалам, которые должны использоваться при строительстве на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, вызванным наводнениями.

Ключевые слова: организация строительства, наводнение, живучесть зданий, чрезвычайные ситуации, целевая фокусировка

Для цитирования: 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.

Managing construction processes in emergency response to floods

Olga A. Bezrukikh, Maria V. Matveeva
Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract: As an important global concern, climate change shifted the balance of natural systems, causing temperature anomalies, change in precipitation, increase in the number of hurricanes and earthquakes, drought and floods, overall contributing to an increase in the number of natural disasters. Floods are one of the most common natural phenomena that endanger people and construction sites and cause significant losses across the country. This paper presents a concept for managing the construction processes in emergency response to the consequences caused by floods in order to minimise damage and ensure the fastest and highest quality restoration work. The resource and process constituents in emergency response were analysed, as well as the level of damage and consequences of floods. This research allowed a concept for managing the construction processes to be developed based on the principles of target focusing. According to this concept, a technology of prefabricated large-panel housing meets the basic requirements for building structures and materials for the construction in areas prone to natural disasters caused by floods.

Keywords: organization of construction, flooding, survivability of buildings, emergencies, target focus

For citation: Bezrukikh O. A., Matveeva M. V. Managing construction processes in emergency response to floods. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitelstvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2021;11(3):422–431. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-3-422-431.

Введение

Чрезвычайные ситуации, вызванные наводнениями, составляют около 45% от всего количества стихийных бедствий, возникающих в мире. На их часть приходится до 35% материальных потерь. Изменение климата увеличивает частоту и интенсивность наводнений во всем мире, которые почти удвоились в 2000–2009 годах по сравнению с предыдущим десятилетием. Неблагоприятное сочетание демографических, климатических факторов и факторов развития ставит под сомнение устойчивость общества к катастрофическим наводнениям. Согласно данным, опубликованным *World Resource Institute* в апреле 2020 года, число людей, пострадавших от наводнений, к 2030 году увеличится вдвое [1]. Ситуация с наводнениями может ухудшиться из-за изменения климата, проседания земель, урбанизации и роста населения, что поставит жизнь населения под угрозу и приведет к потере их материальных ценностей. С практической точки зрения вероятность затопления исключить невозможно. Однако последствия наводнения можно смягчить соответствующим поведением и действиями. Высокий уровень ущерба от наводнений и частота их появления требует наличия эффективной системы принятия решений по управлению наводнениями и обеспечению доступности материальных, технических и производственных ресурсов. В этом аспекте именно эффективное позиционирование строительной отрасли имеет определяющее значение для решения задач по обеспечению населения жильем при возникновении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями. Опыт ликвидаций последствий наводнений в г. Комсомольск-на-Амуре в 2013 г., в Иркутской области в 2019 г. и других регионах страны показал, что процессы организации строительства в целом требуют корректировки систем управления. 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, с учетом пространственных и временных характеристик.

Методы

Важный научный вклад в исследование данного направления внесли отечественные и зарубежные ученые – А.Е. Родин, В.О. Чулков, Б.Н. Порфирьев, В.В. Смирнов, A. Azmeri, S.N. Jonkman, T. Pagano и др. Однако, несмотря на значительный интерес, который привлекают к себе теоретические аспекты управления чрезвычайными ситуациями, многие вопросы относительно организации строительного производства к настоящему времени не решены, что делает данное исследование особенно актуальным, определяя его цели и задачи. Целью статьи является разработка концепции управления процессами организации строительства при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями[1].

С проблемой возникновения чрезвычайных ситуаций сталкивается практически каждый регион Российской Федерации – Приморский край, Краснодарский край, Дальний Восток и др. По данным Росгидромета, стихийным бедствиям подвержены около 500 тыс. кв. км, наводнениям с катастрофическими последствиями – 150 тыс. кв. км, на площади которых расположены порядка 300 городов, десятки тысяч населенных пунктов, большое количество хозяйственных объектов, более 7 млн га сельхозугодий [2]. Анализируя причины и характер возникновения чрезвычайных ситуаций за многолетний период, нетрудно заметить, что любая чрезвычайная ситуация, возникнув единожды, имеет циклический характер повторения. В связи с этим актуальность повышения эффективности управления строительными процессами возрастает. При возникновении чрезвычайных ситуаций деятельность строительных процессов должна быть сфокусирована на решении жилищной проблемы для населения, пострадавшего при возникновении ЧС. Более того, важно не только обеспечить фокусировку строительных процессов на создании новых объектов, но также направить ресурсы на разработку рекомендаций по обеспечению без-

[1]Ликвидация последствий наводнений [Электронный ресурс] // Fireman.club. URL: https://fireman.club/inseklodepia/likvidaciya-posledstvij-navodnenij/ (02.02.2021).

опасности проживания в жилых домах, оказавшихся в зоне чрезвычайных ситуаций и подвергшихся подтоплению паводковыми водами. Важным является вопрос разработки рекомендаций компенсирующего характера с целью обеспечения работоспособности жилых домов на последующий период эксплуатации, с учетом природно-климатических условий и последствий паводка. В связи с этим, для минимизации ущерба и обеспечения наиболее быстрого и качественного проведения восстановительных работ, необходимо выдвинуть на первый план решение проблемы усовершенствования систем управления строительными процессами при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Результаты и их обсуждение

Осуществление строительных процессов, в том числе при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, возможно при условии опережающего роста потенциала экономической эффективности, в ином случае результат строительных процессов будет терять экономический, технический, экологический и иные функциональные смыслы. На основании этого, процессы организации строительства априори должны обладать определенными свойствами, предопределяющими их эффективность, как по видам строительства, этапам проектного цикла, формам воспроизводства, так и территориальной принадлежности [3]. Процессы организации строительства должны протекать не только с фокусировкой на создании строительной продукции, которая, совершенно очевидно, должна соответствовать стратегическим целям развития страны и ее регионов, но и с учетом последствий возникающих чрезвычайных ситуаций.

Необходимо отметить, что ресурсы строительной компании, в том числе при организации процессов строительства, являются критически важными при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, так как задействованы практически во всех составляющих целостной системы процесса управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций, спроектированной на основе принципов целевой фокусировки (рис. 1).

Рис. 1. Целостная система процесса управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций
Fig. 1. A holistic system of the emergency management process

Согласно системе, представленной на схеме, процессы организации строительства при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций могут быть задействованы при управлении прибрежной зоной, территориями и жилыми объектами. Согласно этому, современная и адаптивная система управления ликвидацией последствий наводнений ориентирована не только на уменьшение масштабов последствий наводнений и вызванного ими ущерба, но и представляет собой комбинацию всех действий, направленных на улучшение общей деятельности в пойме. Многоаспектность деятельности управления предопределяет наличие различных стратегий:

1. Борьба с наводнениями или смягчение последствий наводнений; как правило, ограничивают распространение наводнений с помощью структурных мер.

2. Корректировка или модификация деятельности человека для минимизации потерь от наводнений, что достигается путем адаптации населения к наводнениям.

3. Управление наводнениями, основанное на устойчивости, при котором акцент делается на проведении структурных операций в пойме. Стратегия гарантирует, что будут выбраны меры, которые не вызовут серьезных осложнений в будущем. Для этого подхода требуется справедливая оценка социальных, экономических и экологических активов.

При оценке выявленных составляющих различных стратегий управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями, становится очевидно, что в основе модификации процессов организации строительства лежит целевая устремленность ресурсов субъекта управления, состав и структура которых определяется способами производства. Именно способы производства позволяют изучить функционирование процессов производственного цикла, ориентированных на достижение поставленных целей, при заданных параметрах ресурсопотребления [4]. Эффективность способов производства характеризует степень готовности процессов строительства к принятию вызовов внешней среды, таких как чрезвычайные ситуации. На основании этого присущие строительству свойства адаптивности, фронтальности, мультипликации целесообразно соотносить со свойствами эквифинальной эффективности инвестиционно-строительных процессов, которые являются основой целевой фокусировки строительных процессов и позволяют реагировать на тенденции изменения внешней среды, к которым относятся чрезвычайные ситуации различного характера.

Таким образом, первая базовая характеристика современной модели управления процессами строительства заключается во фронтально-форсажном характере целей развития. Фронтальность заключается в выстраивании процессов строительства согласно актуальности отраслевого, территориального характеров. При этом существенное отставание инновационных и технологических процессов развития предопределяет необходимость использования принципов форсажного развития. Они предполагают мобилизацию всех видов ресурсов на основе синхронизации и согласования процессов строительства. Результат синхронизации выражается в получении синергетического эффекта взаимодействия, приводя к балансу ресурсов, что позволит повысить эффективность использования капитала.

В качестве второй базовой характеристики выделяется целевая фокусировка процессов строительства, которая обеспечивает синхронизацию различных видов ресурсов с учетом их методологического характера. Неэффективное использование ресурсов развития не оставит шанса реализовать форсажно-фронтальную модель управления процессами строительства. Все это предопределяет необходимость использования целевой фокусировки управления и реструктуризации управления строительными процессами по направлениям, указанным в схеме.

Процесс ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций основан на использовании ограниченных временных, социальных, материальных, производственных и иных ресурсов. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций является стохастическим процессом, в связи с этим в совокупности с целевой фокусировкой необходимо использовать теорию надежности ресурсов. С точки зрения данной теории движение потока ресурсов осуществляется от момента закладки их в резерв, выполнения операций, связанных с их хранением, обслуживанием и до их использования при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

В этой связи обращение к проблематике методологической разработки и реализации новой модели управления процессами с позиций их целевой фокусировки востребовано временем и вполне оправдано в связи с возрастанием количества чрезвычайных ситуаций, которые требуют внедрения мер по ликвидации их последствий. Проведенный анализ ресурсной и процессной составляющих при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных наводнениями летом 2019 года на территории Иркутской области, а также уровня ущерба и последствий после наступления наводнений позволил разработать концепцию управления процессами организации строительства на основе принципов целевой фокусировки. Поскольку отличительной чертой наводнений является наносимый ущерб по отношению к населению, материальным ценностям и т.д., первоначально необходимо определить стратегическую цель осуществления мероприятий по минимизации последствий наводнений и регулирования уровня наносимого ущерба [5]. Было определено, что целью является обеспечение безопасного для жизни и окружающей среды использования паводкоопасных территорий. Реализация цели может быть достигнута за счет применения следующих принципов:

– территории, подверженные угрозе наводнений, следует рассматривать как эколого-экономические системы, высокий при-

родно-ресурсный потенциал которых сформировался в результате их периодического затопления;

– осуществление мер по защите от наводнений должно основываться на оценке «выгоды-ущерба», в том числе в результате воздействия планируемых мероприятий на природные ресурсы и функции пойм.

На основании сформулированных цели и принципов для обеспечения баланса экономических, социальных и природных систем была разработана концепция целевой фокусировки процесса организации строительства при ликвидации последствий наводнений (рис. 2).

Цели реализации стратегии защиты от наводнений		
Стратегическая цель	**Экономически оптимальное, безопасное для жизни и окружающей среды использование паводкоопасных территорий**	
Цели второго уровня	Уменьшение ущерба зданиям от паводков и других опасных гидрологических явлений частой повторяемости	Смягчение и (или) предотвращение возможных последствий наводнений
Основные направления реализации целей		
Общие (обобщенные)	Организация и проведение ремонтно-восстановительных работ. Организация работ по берегоукреплению. Обеспечение благоприятных условий для инвестирования противопаводковых мероприятий	
Первоочередные мероприятия при возникновении ЧС	Обеспечение первоочередной экономически и технически эффективной инженерной защиты жилых зданий, ценных и социально значимых объектов [6]	1. Осуществление экстренных инженерно-технических мероприятий в период ЧС [7]. 2. Обеспечение эксплуатации сооружений противопаводковой защиты
Среднесрочные мероприятия	1. Проведение экстренных инженерно-технических экспертиз в период ЧС. 2. Обеспечение нормативной инженерной и конструктивной защиты зданий в соответствии с грунтовыми условиями. 3. Унификация условий предоставления государственной помощи	1. Инженерная защита русла рек. 2. Строительство защитных сооружений с максимальным сохранением природных ресурсов и функций пойм. 3. Регулирование использования паводкоопасных территорий
Долгосрочные мероприятия	1. Обязательный учет риска аварий защитных сооружений при строительстве и реконструкции зданий и сооружений [8]. 2. Широкое распространение страхования. 3. Превентивный характер страховых тарифов	1. Зонирование территорий, подверженных угрозе наводнений. 2. Охрана водосборов. 3. Расчистка речных русел. 4. Устранение искусственных подпоров

Рис. 2. Концепция целевой фокусировки процесса организации строительства при ликвидации последствий наводнений
Fig. 2. The concept of target focusing of the process of organizing construction in the elimination of the consequences of floods

Основу концепции целевой фокусировки процесса организации строительства при ликвидации последствий наводнений составляет применение различных методов и средств, являющихся частью процессов строительства, направленных на минимизацию негативных последствий, наносимых наводнениями. Все превентивные мероприятия в концепции разделены в соответствии с временными характеристиками на первоочередные, среднесрочные и долгосрочные. Как указано в концепции, большое значение при осуществлении мероприятий по защите территории от возникновения чрезвычайной ситуации, вызванной наводнением, отводится эффективному использованию земель, выделенных под строительство защитных сооружений. Процесс организации строительства таких объектов дол-

жен осуществляться с учетом современных технологий, учитывающих типологию территорий, состав грунтов и время прохождения паводковых вод [9, 10]. Высокие уровень и скорость воды могут создавать значительные гидростатические и гидродинамические силы, которые необходимо учитывать при проектировании защитных объектов. Проект любого типа защитного сооружения должен обладать следующими характеристиками:

– способность защиты противостоять внешним нагрузкам и сдерживать паводковые воды;

– достаточность прочности и жесткости затвора для выдерживания расчетных напряжений;

– способность окружающих почв противостоять размыванию и эрозии.

При осуществлении процессов проектирования объектов защиты необходимо обеспечить их организацию с учетом целевой фокусировки по следующим направлениям:

– определять глубину и скорость прошедших наводнений с целью подтверждения того, что защитное сооружение не увеличит опасность наводнений;

– определять доступность почвы относительно ее непроницаемости;

– определять топографию местности;

– осуществлять определение высоты сооружения защиты и глубины основания в зависимости от площадки и расчетных условий затопления;

– использовать комбинации нагрузок, указанных в СНИП, для расчета поперечных и вертикальных сил, действующих на сооружение защиты [11].

Реализация охарактеризованных направлений является критически важной, однако не реализуется на практике. На сегодняшний день в большинстве районов России создаются дамбы для защиты от случайного паводка, что не позволяет обезопасить районы со значительным, но не поддающимся количественному определению риском катастрофического наводнения. Таким образом, защита от случайного паводка является стандартом дефакто для большинства дамб в России. Кроме того, системы дамбы, которые лишь в незначительной степени соответствуют стандартам сертификации, уязвимы для опустынивания. Если не поддерживать должным образом производительность систем дамбы, со временем она ухудшается из-за эрозии, повреждения грызунами и оседания [12]. Кроме того, частота и масштабы опасности наводнений могут увеличиваться со временем из-за естественных и антропогенных причин. В соответствии с этим приведенная в работе концепция является актуальной, так как учитывает недоработки, существующие в настоящем времени. На основании предложенной концепции управления организаций процессов строительства при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на паводкоопасных территориях должна проводиться процедура зонирования и вводиться особые нормы и правила при проектировании и строительстве объектов недвижимости [13]. Необходимо отметить, что часть норм и правил, касающихся обеспечения живучести домов, следует применять в обязательном порядке, так, как и к строительству новых зданий, учитывая зонирование территорий и технологии строительства.

Основываясь на разработанной концепции целевой фокусировки процессов организации строительства, риск затопления территорий невозможно исключить полностью, но на него можно воздействовать предупредительными и разделительными методами. Теоретически исключить риск затопления возможно, введя полный запрет на строительство на территориях, подверженных затоплению, однако это противоречит устойчивому развитию земель и экономики. На основании этого критически важным является совершенствование способов организации жилых домов на затопляемых территориях. К традиционным способам, на примере малоэтажного строительства, относят способ размещения дома на остове судна-корабля, понтонный способ и способ устройства объектов на сваях и пилонах [14, 15]. В основном, все способы организации жилых домов на затопляемых территориях направлены на организацию строительства жилого дома на воде с использованием понтонного основания на суше, понтонного герметичного дома на воде и применение понтонных стен. Однако необходимо отметить, что данные способы на сегодняшний день не применимы на территории Российской Федерации по причине отсутствия опыта и знания технологий.

Методологический анализ практики строительства на территории России позволил определить основные требования к строительным конструкциям и материалам, которые должны использоваться при строительстве на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, вызванным наводнениями. Характеристикам, определенным на рис. 3, соответствуют быстровозводимые дома из некапитальных конструкций и дома, выполненные по технологии крупнопанельного домостроения.

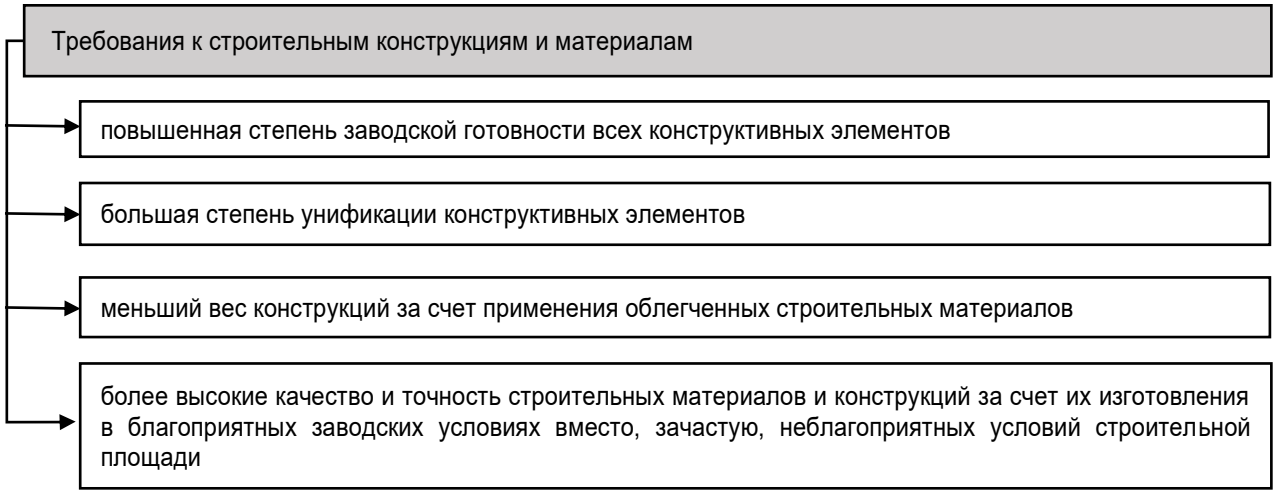

Рис. 3. Требования к строительным конструкциям и материалам при строительстве объектов на территориях, подверженных затоплению паводковыми водами
Fig. 3. Requirements for building structures and materials during the construction of facilities in areas subject to flooding by flood waters

Технология быстровозводимых зданий позволяет осуществлять строительство исключительно малоэтажных зданий, которые по сроку службы и потребительским качествам значительно уступают домам, выполненным по технологии крупнопанельного домостроения [16].

На сегодняшний день технология крупнопанельного домостроения открыла совершенно новые перспективы для строительной сферы путем объединения в себе всех преимуществ индустриальной массовой технологии, обеспечивая оригинальность и индивидуальность архитектурного решения. Максимально возможная унификация всех элементов здания привела к радикальному снижению стоимости и сроков строительства любых объектов, не ограничивая при этом применение разнообразных элементов архитектурной выразительности в различных климатических условиях [17].

Стремительное развитие панельного строительства обусловлено рядом положительных характеристик, к которым можно отнести:

– высокую скорость строительства по сравнению с возведением зданий по другим технологиям;

– отсутствие влияния сезонности при строительстве;

– экономичность производства за счет массового производства панелей[2];

– высокое качество готовой продукции (сооружений);

– возможность обеспечить гибкость в производстве [18].

В крупнопанельном домостроении накоплен большой опыт и предполагаются колоссальные перспективы развития в будущем за счет проведения глубокой модернизации производства. Именно новые проекты крупнопанельного домостроения позволят использовать данную технологию при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Заключение

Реализация изложенного теоретического подхода и предложенная концепция требуют создания соответствующего нормативно-правового и методического обеспечения, основным из которых должен быть специальный технический регламент организации процесса строительства при ликвидации процессов чрезвычайных ситуаций природного характера.

Создание регламента позволит обобщить предложенные в работе рекомендации и повысит эффективность управления строительными процессами и в целом мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в соответствии с принципами целевой фокусировки при форсажно-фронтальном, сбалансированном в пространственно-временном разрезе использовании ресурсов, обеспечивающих достижение эквифинальной эффективности процессов организации строительства с использованием технологии крупнопанельного домостроения.

[2]Formulating a basin flood management plan [Электронный ресурс]. URL: https://www.preventionweb.net/files/2626_ToolsBasinFloodManagementPlan.pdf (26.01.2021).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hoes O., Schuurmans W. Flood standards or risk analyses for polder management in the Netherlands // Irrig. Drain. 2006. Vol. 55. p. 113–119. https://doi.org/10.1002/ird.249.
2. Авакян А.Б., Истомина М.Н. Природные и антропогенные причины наводнений // Основы безопасности жизнедеятельности. 2001. № 9. С. 22–27.
3. Rusman B., Istijono B., Ophyandri T., Junaidi A. Social, Economic and Environmental Perspectives of Flood Assessment on Delta Lowland // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). 2017. Vol. 8. p. 966–978.
4. Хамутова М.В., Кушников В.А. Минимизация последствий наводнений на основе модели системной динамики // Математические методы в технике и технологиях. 2017. Т. 9. С. 14–17.
5. Costabile P., Costanzo C., De Lorenzo G., Macchione F. Is local flood hazard assessment in urban areas significantly influenced by the physical complexity of the hydrodynamic inundation model? // Journal of Hydrology. 2020. Vol. 580. p. 124231. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124231.
6. Rosenzweig B.R., McPhillips L., Chang H., Cheng C., Welty C., Matsler M., et al. Pluvial flood risk and opportunities for resilience // WIREs Water. 2018. Vol. 5. p. 1–18. https://doi.org/10.1002/wat2.1302.
7. Соколов А.В., Шацких О.В. Анализ опыта строительства береговых укреплений на территории Читинской и Амурской областей // Водные ресурсы и водопользование. 2007. № 3. С. 77–80.
8. Экономов И.С. Современные способы строительства архитектурных объектов на воде // Труды МАРХИ: материалы научно-практической конференции (5–10 апреля 2010 г). М.: МАРХИ, 2010. С. 238–244.
9. Понявина Н.А. Добросоцких М.Г., Золотухин С.Н., Потехин И.А. Потенциал сокращения негативного влияния строительной отрасли на окружающую среду за счет повторного использования строительных материалов // Строительство и недвижимость. 2019. № 1 (4). С. 19–25.
10. Дмитренко Е.А., Гранина Т.О. Инновационные конструктивные решения быстровозводимых зданий из сборного железобетона // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2017. № 4. С. 108–115.
11. Гребнев Я.В., Яровой А.В. Мониторинг и прогнозирование паводков на территории Красноярского края использованием нейросетевых алгоритмов // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2018. № 3 (10). С. 13–16.
12. Morrison A., Westbrook C.J., Noble B.F. A review of the flood risk management governance and resilience literature // J. Flood Risk Management. 2018. Vol. 11. p. 291–304. https://doi.org/10.1111/jfr3.12315.
13. Басов А.В. Техническое регулирование и стандартизация в строительстве // Жилищное строительство. 2019. № 1–2. С. 3–7. https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-1-2-3-7.
14. Коваленко Л.С., Шаликовский А.В., Шахов И.С. Концепция решения проблемы наводнений // Вода России: Экономико-правовое управление водопользованием. 2000. С. 39–50.
15. Кудряшова А.М. Обоснование актуальности строительства объектов инженерной защиты от негативного воздействия вод // World science: problems and innovations: сборник статей победителей VI Международной научно-практической конфе-ренции: в 2 ч. (Пенза, 25 декабря 2016 года). 2016. С. 17–20.
16. Khamutova M., Rezchikov A., Kushnikov V. Algorithms for the Management of Liquidation Process of Floods Consequences // Recent Research in Control Engineering and Decision Making. 2019. Vol. 199. p. 540–551. https://doi.org/10.1007/978- 3-030-12072-6_44.
17. Heinzlef C., Serre D. Urban resilience: From a limited urban engineering vision to a more global comprehensive and long-term implementation // Water Security. 2020. Vol. 11. p. 100075. https://doi.org/10.1016/j.wasec.2020.100075.
18. Шембаков В.А. Инновационная индустриальная технология сборно-монолитного каркаса, разработанная ГК «Рекон-СМК» и используемая 20 лет на рынке РФ и СНГ // Жилищное строительство. 2019. № 3. С. 33–38. https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-33-38.

REFERENCES

1. Hoes O, Schuurmans W. Flood standards or risk analyzes for polder management in the Netherlands. *Irrig. Drain*. 2006;55:113-119. https://doi.org/10.1002/ird.249.
2. Avakyan AB, Istomina MN. Natural and anthropogenic causes of floods. *Osnovy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti*. 2001;9:22-27. (In Russ.).

3. Rusman B, Istijono B, Ophyandri T, Junaidi A. Social, Economic and Environmental Perspectives of Flood Assessment on Delta Lowland. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET).* 2017;8:966-978.
4. Khamutova MV, Kushnikov VA. Minimization of flood consequences based on the system dynamics model. *Matematicheskiye metody v tekhnike i tekhnologiyakh*. 2017;9:14-17. (In Russ.).
5. Costabile P, Costanzo C, De Lorenzo G, Macchione F. Is local flood hazard assessment in urban areas significantly influenced by the physical complexity of the hydrodynamic inundation model? *Journal of Hydrology.* 2020;580:124231. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124231.
6. Rosenzweig BR, McPhillips L, Chang H, Cheng C, Welty C, Matsler M, et al. Pluvial flood risk and opportunities for resilience. *WIREs Water*. 2018;5:1-18. https://doi.org/10.1002/wat2.1302.
7. Sokolov AV, Shatskikh OV. Analysis of the experience of building coastal fortifications on the territory of the Chita and Amur regions. *Vodnyye resursy i vodopol'zovaniye*. 2007;3:77-80. (In Russ.).
8. Economov IS. Modern methods of building architectural objects on the water. *Trudy MARKHI: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (5-10th April, 2010). Moscow: MARKHI; 2010. p. 238-244. (In Russ.).
9. Ponyavina NA, Dobrosocki MG, Zolotukhin SN, Potekhin IA. Potential of the decreasing harmful influence of construction industry by reuse of building materials. *Stroitel'stvo i nedvizhimost*. 2019;1(4):19-25. (In Russ.).
10. Dmitrenko EA, Granina TO. Innovative constructive solutions of quickbuilt buildings made from prefabricated reinforced concrete panels. *Vestnik Donbasskoy natsional'noy akademii stroitel'stva i arkhitektury*. 2017;4:108-115. (In Russ.).
11. Grebnev YaV, Yarovoy AV. Control and prediction of floods on the territory of the Krasnoyarsk kray through the use of neural network algorithms. *Sibirskiy pozharno-spasatel'nyy vestnik = Siberian Fire and Rescue Bulletin*. 2018;3(10):13-16. (In Russ.).
12. Morrison A, Westbrook CJ, Noble BF. A review of the flood risk management governance and resilience literature. *J. Flood Risk Management*. 2018;11:291-304. https://doi.org/10.1111/jfr3.12315.
13. Basov AV. Technical regulation and standardization in construction. *Zhilishchnoye stroitel'stvo = Housing construction*. 2019;1-2: 3-7. (In Russ.). https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-1-2-3-7.
14. Kovalenko LS, Shalikovsky AV, Shakhov IS. The concept of solving the problem of floods. *Voda Rossii: Ekonomiko-pravovoye upravleniye vodopol'zovaniyem.* 2000. p. 39-50. (In Russ.).
15. Kudryashova AM. The rationale for the relevance of construction of objects of engineering protection from the negative impact of water. World science: Problems and innovations: collection of articles by the winners of the VI International Scientific and Practical Conference: in 2 p. (Penza, 25th December 2016). 2016. p. 17-20. (In Russ.).
16. Khamutova M, Rezchikov A, Kushnikov V. Algorithms for the Management of Liquidation Process of Floods Consequences. *Recent Research in Control Engineering and Decision Making*. 2019;199:540-551. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12072-6_44.
17. Heinzlef C, Serre D. Urban resilience: From a limited urban engineering vision to a more global comprehensive and long-term implementation. *Water Security*. 2020;11:100075. https://doi.org/10.1016/j.wasec.2020.100075.
18. Shembakov VA. Innovation industrial technology of precast-monolithic frame developed by GC “Rekon-SMK” and used 20 years at the RF market. *Zhilishchnoye stroitel'stvo = Housing construction*. 2019;3:33-38. https://doi.org/10.31659/0044-4472-2019-3-33-38. (In Russ.).

Сведения об авторах

Безруких Ольга Андреевна,
аспирант, ассистент кафедры
экспертизы и управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
✉e-mail: olga.bezrukikh11@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2301-3205

Information about the authors

Olga A. Bezrukikh,
Postgraduate student, Assistant
of the Department of Real Estate
Expertise and Management,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
✉e-mail: olga.bezrukikh11@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2301-3205

Матвеева Мария Витальевна,
доктор экономических наук,
профессор, профессор кафедры
экспертизы и управления недвижимостью,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Россия,
e-mail: expertiza@ex.istu.edu
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9390-5444

Maria V. Matveeva,
Dr. Sci. (Econ.), Professor of the Department
of Real Estate Expertise and Management,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia,
e-mail: expertiza@istu.edu
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9390-5444

Заявленный вклад авторов

Безруких О. А., Матвеева М. В. имеют равные авторские права. Безруких О. А. несет ответственность за плагиат.

Contribution of the authors

Bezrukikh O. A., Matveeva M. V have equal author's rights. Bezrukikh O. A. bears the responsibility for plagiarism.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

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

Статья поступила в редакцию 03.06.2021.
Одобрена после рецензирования 02.07.2021.
Принята к публикации 06.07.2021.

The article was submitted 03.06.2021.
Approved after reviewing 02.07.2021.
Accepted for publication 06.07.2021.