УДК 624.07
DOI 10.23968/1999-5571-2026-23-4-16-25

© *А. С. Богомазов*, аспирант
© *Т. А. Белаш*, д-р техн. наук, профессор
(АО «НИЦ «Строительство»,
Москва, Россия)
E-mail: hondadream@mail.ru

© *A. S. Bogomazov*, post-graduate student
© *T. A. Belash*, Dr. Sci. Tech, Professor
(JSC Research Center of Construction,
Moscow, Russia)
E-mail: hondadream@mail.ru

ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ ПОСЛЕ СИЛЬНЫХ ПАВОДКОВ И НАВОДНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

VISUAL ANALYSIS OF THE CONDITION OF BUILDING STRUCTURES OF CIVIL FACILITIES AFTER SEVERE HIGH WATER CONDITION AND FLOODS ON THE EXAMPLE OF THE ORENBURG REGION

Рассмотрены результаты оценки технического состояния строительных конструкций зданий жилого назначения после масштабного наводнения 2024 года в Оренбургской области. Исследование выполнено на основе визуального обследования и инженерного анализа несущих и ограждающих конструкций, подвергшихся длительному воздействию паводковых вод. Установлено, что конструкции наружных стен из керамзитоблоков с облицовочным слоем из пустотелого облицовочного кирпича и утеплителем из минеральной ваты получили наибольшие повреждения в виде водонасыщения, деформаций и трещин. Отмечено ослабление сцепления материалов и разрушение утеплителя. Результаты свидетельствуют о необходимости корректировки конструктивных решений для повышения влагостойкости ограждающих систем и обеспечения надежной эксплуатации зданий в условиях возможных подтоплений и изменений гидрологического режима.

Ключевые слова: наводнения, строительные конструкции, повреждения, деформации.

The article presents the results of the assessment of the technical condition of residential buildings` structures after the large-scale flood in 2024 in the Orenburg Region. The study was carried out using visual inspection and engineering analysis of the load-bearing and enclosing structures exposed to prolonged floodwater impact. It was established that the structures of external walls made of expanded clay blocks with a facing layer of hollow facing bricks and mineral wool insulation had been subjected to the greatest damage in the form of water saturation, deformations and cracks. A weakening of material adhesion and deterioration of the insulation layer were also observed. The study results highlight the necessity of revising the structural design solutions to improve the moisture resistance of envelope systems and to ensure the reliable operation of buildings under conditions of potential flooding and changes in hydrological regimes.

Keywords: floods, building structures, damage, deformations.

Введение

Наводнения и паводки относятся к числу наиболее опасных природных воздействий, способных в короткие сроки привести к частичной или полной утрате эксплуатационной пригодности зданий [1]. Вода воздействует на строительные конструкции комплексно — физически, химически и биологически, изменяя свойства материалов, нарушая сцепление между элементами и разрушая основания фундаментов. Характер повреждений во многом зависит

от применяемых строительных материалов и длительности воздействия водной среды. Характерно, что масштаб воздействия этого природного явления напрямую связан с региональными гидрометеорологическими особенностями территории Российской Федерации.

Для большинства рек России наводнения происходят в основном в период весеннего половодья [2]. Увеличение воды в руслах рек связано с интенсивным таянием снежных масс, накопленных в зимний период. Согласно утверждению В. А. Бузина [3], значимыми факторами, влияющими на объем половодья, являются интенсивность снеготаяния, количество атмосферных осадков, степень увлажнения почвы и др. Одним из существенных факторов, влияющих на интенсивность наводнения, является рельеф местности. Например, в горной местности наводнения отличаются внезапностью и резким подъемом воды [4, 5]. Прогнозирование таких наводнений представляется достаточно сложной задачей, поэтому проектирование и размещение населенных мест с гражданским поселением в этих районах должны производиться на основе тщательного обоснования и проведения комплекса градостроительных, гидрогеологических и метеорологических исследований.

Как известно, особенностью настоящего времени является существенное изменение климата на планете, сопровождающееся не только резкими перепадами температуры наружного воздуха, но и возникновением сильных и продолжительных ветровых потоков, которые нагоняют морские или речные волны, что может вызвать резкий подъем воды в речной акватории и быть причиной сильного наводнения. Поскольку вдоль рек и водоемов формировались населенные пункты и города с большим количеством населения, во время наводнения может существенно повыситься риск гибели людей и возможного материального, экологического и другого ущерба от экстремальных воздействий[1] [6].

В этой связи необходимость поддержания в рабочем состоянии строительных конструкций зданий различного назначения приобретает большое практическое значение. Для решения этой задачи представляется особо важным сбор и анализ информации текущего состояния строительных конструкций, которые испытали воздействие воды при наводнениях или паводках, для дальнейшей разработки планов повышения их надежной эксплуатации [7].

Оценка технического состояния проводилась на примере обследования некоторых зданий жилого назначения на территории Оренбургской области, которые в 2024 году подверглись сильному наводнению.

Материалы и методы

По данным, представленным в государственном докладе МЧС России[2], в апреле 2024 года в результате активного снеготаяния и прошедших осадков, а также подъема уровня воды в реках в 38 муниципальных образованиях Оренбургской области 286 населенных пунктов оказались подтоплены, при этом пострадали 32 664 жилых и 52 486 приусадебных участков, а также 46 низководных мостов. Некоторые масштабы этого наводнения представлены на рис. 1–4.

Анализ последствий говорит о том, что воздействию воды подверглись не только исторические, но и современные здания. Подтопление носило как частичный, так и повсеместный характер: в одних случаях вода полностью затопила здания, в других воздействовала лишь на отдельные конструкции.

[1] Human cost of disasters. An overview of the last 20 years. 2000–2019. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED).

[2] Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году» / Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. М.: МЧС Медиа, 2025. 272 с.

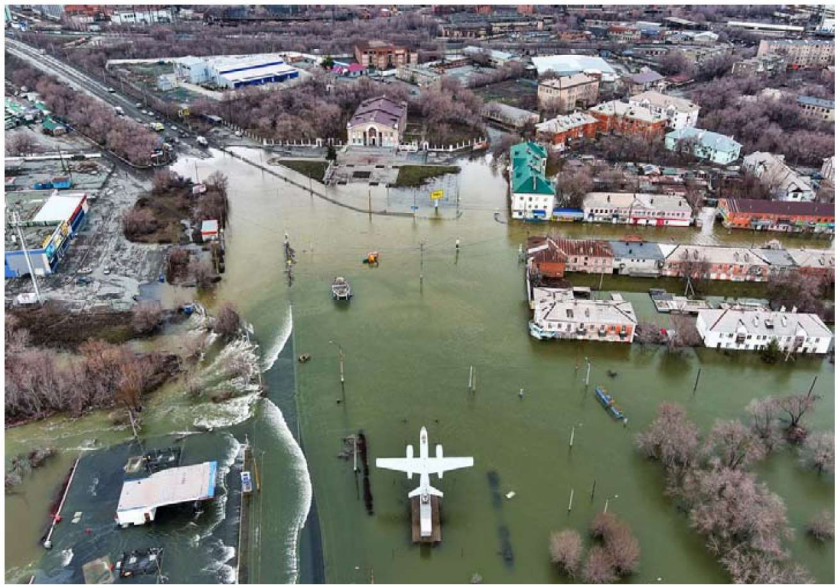


Рис. 1. Последствия наводнения в старой части г. Орска Оренбургской области в апреле 2024 г. (фото В. Астапковича / РИА Новости, URL: https://riamediabank.ru/media/8657570.html)

а)



б)



Рис. 2. Примеры частичного подтопления жилых и приусадебных домов: *а* — источник: URL: https://vk.com/album-29434491_302594919; *б* — фото А. Н. Воронкина



Рис. 3. Полное затопления жилого дома (источник: URL: https://vk.com/album-29434491_302594919)



Рис. 4. Затопление современных жилых зданий: *а* — источник: URL: https://vk.com/album-29434491_302594919; *б* — фото ИЗВЕСТИЯ / П. Волков (источник: URL: https://iz.ru/1678987/sofiia-tokareva/prognoz-navodnenii-2024-v-rossii-gde-i-kogda-chashche-vsego-proiskhodiat)

Оценка состояния зданий выполнена в основном для надземных ограждающих и несущих конструкций каменных зданий, которые в наибольшей степени подверглись влиянию воды во время наводнения. Рассматривались конструкции через 4,5 месяца после затопления, что позволило выявить наиболее характерные повреждения.

Для выполнения диагностики состояния зданий жилого назначения был использован визуальный метод с последующим инженерным анализом технического состояния строительных конструкций. Работы по обследованию выполнялись на основании СП 13-102–2003[3], ГОСТ 31937–2024[4]. Рассматривались здания жилого назначения, некоторые из них показаны на рис. 5.

Большая часть жилых частных домов запроектирована по технологии несущих трехслойных наружных стен. Ограждающие конструкции выполнены из керамзитоблоков с облицовочным слоем из пустотелого

[3] СП 13-102–2003. Правила обследования несущих строительных конструкций и сооружений. М.: ГОССТРОЙ РОССИИ.

[4] ГОСТ 31937–2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Российский институт стандартизации, 2024.



Рис. 5. Общий вид жилых зданий, пострадавших от наводнения (фото А. Н. Воронкина)

облицовочного кирпича. В качестве утеплителя использована минеральная вата. Типичное конструктивное решение представлено на рис. 6.

По экспертной оценке, проведенной специалистами ООО СК «Альянс» (г. Оренбург), именно эта ограждающая конструкция претерпела наибольшие повреждения и не может быть использована для дальнейшей эксплуатации. Данное обстоятельство свидетельствует, что при проектировании стеновых ограждающих конструкций следует особое внимание уделять утеплителю. При этом произошло максимальное водонасыщение конструкций наружных стен, естественное их разбухание и, как следствие, деформации каменной кладки в виде отколов и пробоин (рис. 7).

В процессе высыхания конструкции, как известно, возникают другого рода напряжения и деформации, приводящие к образованию трещин.

Гибкие связи, установленные в соответствии с нормативными требованиями СП 15.13330.2020[5], не смогли удерживать нагрузки, вызванные влиянием наводнения. Следует еще раз отметить, что теплоизоляционный материал получил серьезные повреждения. Утеплитель из минеральной ваты съежился, осел и обвис под воздействием полного замачивания водой, что свидетельствует о необходимости его полной замены. Примеры повреждения утеплителя показаны на рис. 8.

Внутренние несущие стены, как и большинство конструктивных элементов жилого дома, находились в условиях длительного затопления продолжительностью более двух недель, что привело к их практически полному водонасыщению. Это оказало негативное влияние как на керамзитобетонные блоки, так и на кладочный раствор. Характер выявленных повреждений показан на рис. 9.

После просушки произошел обратный процесс, который привел к образованию усадочных трещин. При этом одной из причин, ухудшающих состояние стеновых конструкций, является вымывание грунта основания, что требует особого внимания к данной проблеме [8, 9].

Существенные повреждения в результате наводнения получили оконные и дверные заполнения ограждающих конструкций. Наблюдалось замачивание и вымывание

[5] СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная версия СНиП II-22–81*. М., 2020.

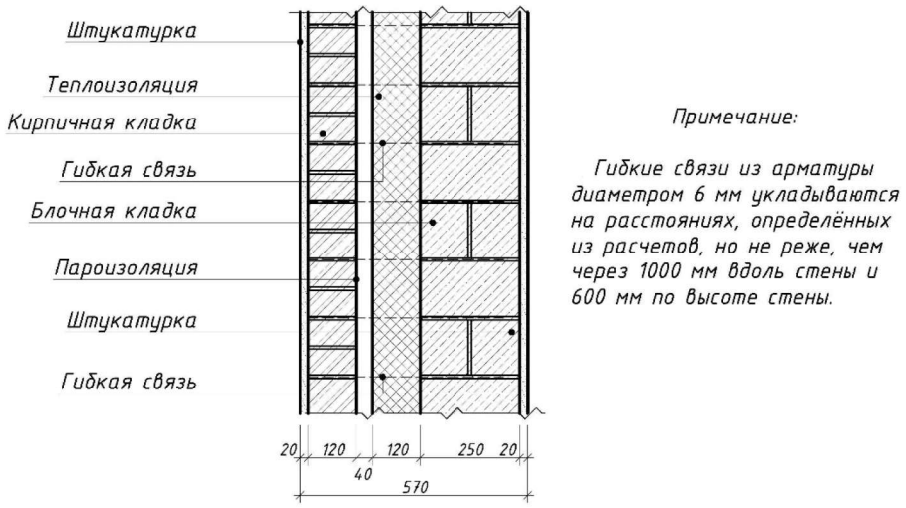


Рис. 6. Фрагмент трехслойной стены из облицовочного кирпича, утеплителя и керамзитных блоков (схема составлена А. С. Богомазовым)



Рис. 7. Отколы и пробоины кирпичной кладки ограждающей конструкции (фото А. Н. Воронкина)

пенного уплотнителя в оконных и дверных проемах, пострадали от давления воды конструкции рам и стеклопакетов (рис. 10).

В каменных конструкциях особое внимание следует уделять перевязке рядов и армированию в растворных швах при их возведении [10–12]. При несоблюдении технологии производства работ под воздействием воды наблюдается увеличение ширины раскрытия трещин.

Полученные результаты визуального обследования свидетельствуют о необходимости проведения тщательных работ по восстановлению и ликвидации последствий после наводнений [13, 14, 15] (таблица).

Анализ повреждений, представленных на примере некоторых несущих и ограждающих конструкций, является основой для дальнейшей оценки эксплуатационной надежности зданий с целью разработки рекомендаций по ремонтопригодности и безотказности работы строительных конструкций в течение всего срока службы объекта. Для проведения такой оценки требуется накопление информации о повреждениях и систематизация после выявления влияния наводнений на строительные конструкции здания с учетом различного уровня этого воздействия. Некоторые ремонтные работы уже проводятся в зданиях, в частности, по замене утеплителя (рис. 11).



Рис. 8. Намокание минераловатного утеплителя в вертикальном (*а*) и горизонтальном (*б*) положениях (фото А. Н. Воронкина)



Рис. 9. Образование трещин в результате водонасыщения (фото А. Н. Воронкина)



Рис. 10. Повреждение стеклопакетов: *а* —трещины; *б* — замачивание и вымывание пенного утеплителя ограждающих конструкций (фото А. Н. Воронкина)

Выводы

1. Выполненная предварительная оценка технического состояния некоторых надземных ограждающих и несущих конструкций в рассматриваемых каменных зданиях свидетельствует об их серьезных повреждениях после наводнений.

2. В результате воздействия воды серьезные повреждения получают конструкции, возведенные по технологии трехслойных наружных стен. Применение этих конструкций требует дальнейшей доработки, исключающей использование в качестве утеплителя минеральной ваты.

3. На устойчивость и прочность надземных несущих конструкций каменных зданий существенное влияние оказывает состояние фундаментных конструкций и грунтового основания под ними. Одной из причин образования трещин в стенах является неравномерная осадка грунта. Этому фактору необходимо уделять особое внимание.

4. Анализ полученных данных является основой для оценки несущей способности

Анализ повреждений строительных конструкций при водном воздействии

Причина (воздействие)	Следствие (тип повреждения)	Влияние на надежность	Способы возможного восстановления и предотвращения последствий для строительных конструкций
Длительное водонасыщение ограждающих конструкций	Расширяющие деформации. Усадочные трещины. Коррозия. Плесень	Снижение прочности кладки. Снижение несущей способности. Уменьшение долговечности и остаточного ресурса конструкций	Мониторинг влажности и прочности. Усиление кладки (армирование, инъекции). Повышение требований к производству работ по устройству перевязки каменной кладки. Введение поправочных коэффициентов для оценки надежности конструкций
Намокание утеплителя из минеральной ваты	Нарушение свойств материала. Выпучивание облицовочного слоя каменной кладки. Деформация гибких связей	Снижение теплотехнических характеристик материала. Нарушение структуры материала	Замена минеральной ваты на влагостойкие утеплители. Проектирование дренажных/вентиляционных каналов
Просадка грунта основания из-за вымывания	Трещины в стенах. Деформация несущих конструкций. Осадка фундамента	Снижение устойчивости. Перераспределение нагрузок. Риск развития аварийности	Усиление основания. Мониторинг осадок. Прогнозирование вероятности подмыва на стадии проектирования. Разработка методик оценки уязвимости конструкций к разрушениям. Биозащита и обработка материалов
Замачивание пенного уплотнителя, деформация оконных и дверных заполнений	Вымывание утеплителя. Разрушение стеклопакетов. Разрушение элементов конструкции	Снижение энергоэффективности. Нарушение герметизации	Применение водостойких монтажных материалов
Некачественная перевязка и армирование кладки	Ускоренное трещинообразование. Локальные разрушения отдельных элементов	Снижение надежности ограждающих конструкций	Усиление кладки. Разработка методик оценки остаточной прочности. Соблюдение технологии производства работ



Рис. 11. Общий вид восстановительных работ по замене утеплителя (фото А. Н. Воронкина)

зданий, необходимой для дальнейшей их эксплуатации и определения степени повреждения и проведения ремонтных работ.

Библиографический список

1. *Авакян А. Б., Истомина М. Н.* Наводнения как глобальная проблема // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2013. Т. 3, № 1 (4). С. 180–193. EDN PXKSFN.

2. *Бусин М. В., Варфоломеев А. Ю., Марков Ю. В., Попов А. Н.* Влияние паводка на состояние строительных объектов Архангельска // Арктика и Север. 2011. № 3. С. 169–180. EDN OKFUXH.

3. *Бузин В. А.* Опасные гидрологические явления. СПб.: РГГМУ, 2008. 228 с.

4. *Гинко С. С.* Катастрофы на берегах рек / под ред. А. И. Чеботарева. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 128 с.

5. *Ануфриев Ф. Е., Кривенко Н. Н.* Наводнения и методы их предупреждения // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. № 1–2 (5). С. 7–8. EDN YNDKEP.

6. *Истомина М. Н., Кочарян А. Г., Лебедева И. П., Никитская К. Е.* Экологические последствия наводнений // Инженерная экология. 2004. № 4. С. 3–19. EDN GFTTTF.

7. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений: справочное пособие / под ред. М. Д. Бойко. М.: Стройиздат, 1993.

8. *Нигметов Г. М., Бабусенко М. С.* Технологии мониторинга безопасности зданий и сооружений в зонах катастрофических наводнений // Технологии гражданской безопасности. 2003. № 1–2. С. 45–53. EDN KWMUWX.

9. *Слепченко П. Д., Синяков Л. Н.* Влияние температурно-влажностного режима на строительные конструкции подвалов зданий старого фонда Санкт-Петербурга // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 3 (54). С. 18–34. EDN YSPKXJ.

10. *Субботин О. С.* Характерные свойства наводнений и их влияние на формирование жилищ // Жилищное строительство. 2013. № 8. С. 36–40. EDN RBSSGT.

11. *Павлушкина Ю. Е., Барашкова П. С., Шавва А. А.* Негативные последствия наводнений. Влияние наводнений на существующую застройку // Наука без границ. 2017. № 5 (10). С. 182–185. EDN YRPHEH.

12. *Улыбин А. В., Старцев С. А., Зубков С. В.* Контроль влажности при обследовании каменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 7 (42). С. 32–39. EDN RHAJJH.

13. *Рогонский В. А., Кострец А. И., Шеряков В. Ф. [и др.].* Эксплуатационная надежность зданий и сооружений. СПб.: ОАО «Издательство „Стройиздат СПб“», 2004. 172 с.

14. *Арленинов П. Д.* Типичные повреждения подтопленных жилых домов при наводнении в Амурской области // Жилищное строительство. 2013. № 12. С. 19–23. EDN RSEBSL.

15. *Бадьин Г. М., Таничева Н. В.* Усиление строительных конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий. Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. 134 с.

References

1. Avakyan A. B., Istomina M. N. *Navodneniya kak global'naya problema* [Floods as a global problem]. *Strategiya grazhdanskoy zashchity: problemy i issledovaniya – Civil Protection Strategy: Problems and Research*, 2013, vol. 3, no. 1 (4), pp. 180–193. EDN PXKSFN.

2. Busin M. V., Varfolomeev A. Yu., Markov Yu. V., Popov A. N. *Vliyanie pavodka na sostoyanie stroitel'nykh ob"ektov Arkhangel'ska* [Impact of the flood on the condition of construction projects in Arkhangelsk]. *Arktika i Sever – Arctic and North*, 2011, no. 3, pp. 169–180. EDN OKFUXH.

3. Buzin V. A. *Opasnye gidrologicheskie yavleniya* [Dangerous hydrological phenomena]. St. Petersburg, RGGMU Publ., 2008, 228 p.

4. Ginko S. S. *Katastrofy na beregakh rek* [River bank disasters]. Ed. by Chebotarev A. I. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977, 128 p.

5. Anufriev F. E., Krivenko N. N. *Navodneniya i metody ikh preduprezhdeniya* [Floods and methods of preventing them]. *Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsiy – Safety Issues in Emergency Response,* 2016, no. 1–2 (5), pp. 7–8. EDN YNDKEP.

6. Istomina M. N., Kocharyan A. G., Lebedeva I. P., Nikitskaya K. E. *Ekologicheskie posledstviya navodneniy* [Environmental consequences of floods]. *Inzhenernaya ekologiya – Engineering Ecology*, 2004, no. 4, pp. 3–19.EDN GFTTTF.

7. *Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont zdaniy i sooruzheniy: spravochnoe posobie* [Maintenance and repair of buildings and structures: reference manual]. Ed. by Boyko M. D. Moscow, Stroyizdat Publ., 1993.

8. Nigmetov G. M., Babusenko M. S. *Tekhnologii monitoringa bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy v zonakh katastroficheskikh navodneniy* [Technologies for monitoring the safety of buildings and structures in catastrophic flood zones]. *Tekhnologii grazhdanskoy*

bezopasnosti – Civil Security Technologies, 2003, no. 1–2, pp. 45–53.

9. Slepchenko P. D., Sinyakov L. N. *Vliyanie temperaturno-vlazhnostnogo rezhima na stroitel'nye konstruktsii podvalov zdaniy starogo fonda Sankt-Peterburga* [Influence of temperature and humidity conditions on building structures of basements of buildings of the old building fund of St. Petersburg]. *Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy – Construction of unique buildings and structures*, 2017, no. 3 (54), pp. 18–34. EDNYSPKXJ.

10. Subbotin O. S. *Kharakternye svoystva navodneniy i ikh vliyanie na formirovanie zhilishch* [Characteristic properties of floods and their influence on the design of dwellings]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo – Housing construction*, 2013, no. 8, pp. 36–40. EDN RBSSGT.

11. Pavlushkina Yu. E., Barashkova P. S., Shavva A. A. *Negativnye posledstviya navodneniy. Vliyanie navodneniy na sushchestvuyushchuyu zastroyku* [Negative consequences of floods. Impact of floods on existing development]. *Nauka bez granits – Science without Borders*, 2017, no. 5 (10), pp. 182–185. EDN YRPHEH.

12. Ulybin A. V., Startsev S. A., Zubkov S. V. *Kontrol' vlazhnosti pri obsledovanii kamennykh konstruktsiy* / [Humidity control during inspection of stone structures]. *Inzhenerno-stroitel'niy zhurnal – Engineering and Construction Journal*, 2013, no. 7 (42), pp. 32–39. EDN RHAJJH.

13. Rogonskiy V. A., Kostrits A. I., Sheryakov V. F., et al. *Ekspluatatsionnaya nadezhnost' zdaniy i sooruzheniy* [Operational reliability of buildings and structures]. St. Petersburg, Stroyizdat SPb, 2004, 172 p.

14. Arleninov P. D. *Tipichnye povrezhdeniya podtoplennykh zhilykh domov pri navodnenii v Amurskoy oblasti* [Typical damage to flooded residential buildings during flooding in the Amur Region]. *Zhilishchnoe stroitel'stvo – Housing construction,* 2013, no. 12, pp. 19–23. EDN RSEBSL.

15. Badin G. M., Tanicheva N. V. *Usilenie stroitel'nykh konstruktsiy pri rekonstruktsii i kapital'nom remonte zdaniy* [Strengthening of building structures during reconstruction and overhaul of buildings]. Petrozavodsk, PetrGU Publ., 2005, 134 p.