

УДК 69.059.327

**Д. А. РОЗДОБУТЬКО, Ж. В. ИВАНОВА**

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»

## **ОЦЕНКА МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ЗАТОПЛЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

**Аннотация.** Одним из наиболее частых и разрушительных стихийных бедствий во всем мире являются наводнения, приносящие значительный ущерб и человеческие жертвы, обостряющие экологические проблемы. В данной статье приводится анализ причин возникновения наводнений и их последствий. Рассматриваются вопросы проектирования и строительства зданий, расположенных на затопляемых и подтопляемых территориях с учетом мировой практики, а также вопросы эффективности применения существующих технологий и средств защиты зданий от наводнений, приобретающих все большее значение. Отмечается, что использование так называемых традиционных методов защиты зданий от наводнений, таких, как например дамбы, необходимо с учетом дополнительных мероприятий, включая, например, разработку новых или актуализацию существующих строительных норм, зонирование территории и др., которые направлены на снижение потенциального воздействия наводнений на здания, а также на снижение риска экономических и экологических потерь и гибели людей.

**Ключевые слова:** затопляемые территории, природные катаклизмы, методы защиты зданий.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Примерно одну треть от всех существующих стихийных бедствий составляют наводнения. Обработка статических данных за последние десятилетия свидетельствует об увеличении потерь как в экологической, так и в социально-экономической сфере. Анализ отечественного и зарубежного опыта строительства показывает, что для многих стран, в том числе и России, одной из проблем является строительство зданий на территориях, подверженных затоплению, что связано с вопросом урбанизации и освоения пойменных земель. Для снижения риска и минимизации экологического ущерба, а также практической реализации региональных программ необходимы разработка и внедрение эффективных мероприятий, направленных на защиту существующих и проектируемых зданий от наводнений.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Вопросам исследования зданий, расположенных на затопляемых территориях, посвящены работы как отечественных, так и зарубежных ученых [1–4]. Так, например, в статье «Градостроительные особенности проектирования архитектурных объектов на затопляемых береговых территориях в Нидерландах» Е. А. Михайловой, аспиранта Самарского государственного архитектурно-строительного университета, приводится анализ расположения городов в Нидерландах на затопляемой территории и их связь с водоемами, рассматриваются основные факторы, влияющие на застройку местности. В информационном сборнике НИЦ МКВК № 2 (33) сентябрь 2010 г. К. А. Юлдашева освещается вопрос борьбы с паводками с учетом мирового опыта.

### **ЦЕЛИ**

Целью данного исследования является оценка существующих методов защиты зданий, расположенных на затопляемых территориях.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ



**Рисунок** – Диаграмма природных катаклизмов в мире.

Строительство городов, как правило, развивалось вблизи рек и озер, что позволяло, с одной стороны, обеспечить доставку товара, иметь выход в море и использовать плодородные земли, а с другой стороны, такое расположение городов из-за часто повторяющихся наводнений не обеспечивало должной защиты зданий и ставило под угрозу безопасность жизнедеятельности людей. Все это приводило к необходимости разработки мероприятий, направленных на защиту зданий от природных катастроф, и в частности, от наводнения.

На сегодняшний день данная проблема по-прежнему остается актуальной. Так, по сведениям Российского информационного агентства ТАСС, только за 2019 г. в мире произошло более 15 природных катастроф. Представленная на рисунке диаграмма природных катаклизмов наглядно демонстрирует, что 40 % из них приходится на наводнения. Это подтверждается и статистическими данными Австралии, Канады, США и ряда европейских стран [5–6].

С каждым годом наблюдается изменение частоты и интенсивности наводнений, что связано с различными факторами. Так, например, одним из таких факторов является глобальное потепление, которое приводит к резкому увеличению таяния ледников в Арктике и, как следствие, способствует повышению уровня мирового океана [7]. Ливневые дожди также могут влиять на рост интенсивности и частоты наводнений, изменяя скорости паводковых потоков, уровня рек и водоёмов и т. д.

Таким образом, растущий риск климатических бедствий существенно влияет на экологию и социально-экономическую сферу развития мирового общества, что наносит, с одной стороны, серьезный материальный и экологический ущерб, с другой – становится причиной гибели людей, что также подтверждается статистикой [8–9].

Так, за последнее десятилетие, согласно Международной базе данных о стихийных бедствиях EM-DAT, около 400 наводнений привели к гибели 2 000 человек, более 8,7 миллионов человек пострадало в результате действия наводнений [10].

Анализируя имеющиеся данные, можно заключить следующее. Наводнения могут наносить в среднем за год гораздо больший ущерб, чем любые другие природные катастрофы. В этой связи решающую роль играет обеспечение безопасности людей и защита зданий от наводнений. Однако, как природный фактор, предотвратить наводнение невозможно, но можно свести потери к минимуму, используя разнообразные методики.

На сегодняшний день существуют различные методы придания зданию и ближайшей территории устойчивости к потенциальным повреждениям, возникающим в результате подтопления прилегающих территорий.

Одним из таких способов является заблаговременное прогнозирование природных катаклизмов, основанное не только на сборе метеоматериалов, но и на исторической оценке частоты возникновения этого явления за последние годы. В то же время прогнозирование не гарантирует внезапного появления наводнений, поэтому необходимы иные мероприятия, позволяющие уменьшить последствия от наводнений путем защиты зданий, а также снизить риск получения серьезных травм или смертельных случаев.

В этой связи должны применяться более эффективные инженерные решения, основывающиеся на адаптированных методах, нацеленные на конкретные проблемы в области борьбы с наводнениями и устраняющие частые причины их возникновения.

В последнее время в различных странах разрабатываются и применяются методические подходы, направленные на защиту зданий и сооружений, выбор которых обусловлен частотой наводнений и проблематикой территорий. Так, например, в практике строительства США и Канады применяют следующие методы защиты.

**Сухая защита от наводнений.** Данный способ используют на территориях, подверженных малому затоплению и паводку. Метод предусматривает использование специальных материалов, из которых,

как правило, возводится нижняя часть здания и которые обладают водонепроницаемым свойствами. Однако данный метод не является оптимальным.

Другим, более эффективным методом является мокрая защита. Особенностью данного метода является архитектурная выразительность здания, вписывающаяся в общий вид существующей застройки территории. Данный метод позволяет возводить здания на сваях или колоннах, приподнямая тем самым само здание выше установленного минимального уровня поднятия воды.

Активная защита от наводнений. Требуется вмешательство человека для осуществления действий, которые защитят здание и его содержимое от затопления. Успешное использование этой техники требует достаточного времени для мобилизации людей, оборудования и противопаводковых материалов.

Пассивная защита не требует вмешательства человека. К такому методу можно отнести дамбы и плотины, которые для предотвращения попадания паводковых вод должны возводиться вдали от здания. Этот метод является одним из наиболее эффективных, но требует больших финансовых затрат.

Однако большинство зарубежных методов защиты от наводнений не адаптированы под российский рынок. В Российской Федерации способы защиты делятся на оперативные (срочные) и технические (предупредительные). Оперативные меры не решают в целом проблему защиты от наводнений и должны осуществляться в комплексе с техническими мерами, включающими в себя заблаговременное проектирование и строительство специальных сооружений, дамб, плотин, береговых укреплений или дренажей.

В настоящее время приоритетом является совершенствование существующих методов защиты зданий от наводнений. Один из способов решения данной задачи является разработка и внедрение комплексных мероприятий, направленных на снижение экономического ущерба и рационального управления паводковыми территориями и строительством защитных сооружений.

## ВЫВОДЫ

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы. Анализ различных литературных источников показал, что на сегодняшний день наводнения являются одним из глобальных явлений, происходящих почти во всех географических регионах земного шара, одной из основных причин роста которых является изменение климата. В современной практике проектирования разработаны различные методики, направленные на защиту зданий от наводнений. Выявлены различия между отечественными и зарубежными методами защиты. Установлено, что мероприятия, направленные на защиту зданий от наводнений должны основываться на прогнозировании риска и использовании комплексных методов с целью уменьшения ущерба от наводнений. В этой связи на кафедре «Здания» ФГБОУ ВО ПГУПС проводятся исследования по разработке конструктивных мероприятий по защите зданий, расположенных на затопляемых территориях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Methods of assessing flood resilience of critical buildings / M. Escarameia, N. Walliman, C. Zevenbergen, R. De Graaf. – DOI: 10.1680/wama.14.00066. – Текст : непосредственный // Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Water Management. – 2016. – Т. 169, вып. 2. – С. 57–64.
2. Preface: Flood-risk analysis and integrated management / P. Bubeck, J. C. J. H. Aerts, H. De Moel, H. Kreibich. – DOI:10.5194/nhess-16-1005-2016. – Текст : непосредственный // Natural Hazards and Earth System Sciences. – 2016. – Т. 16, вып. 4. – С. 1005–1010.
3. Михайлова, Е. А. Градостроительные особенности проектирования архитектурных объектов на затопляемых береговых территориях в Нидерландах / Е. А. Михайлова. – Текст : непосредственный // Архитектон: известия вузов. – 2016. – № 53. – С. 27–34.
4. Прудченко, Е. С. Перспективы развития способов защиты от затопления на реках РФ / Е. С. Прудченко, И. С. Мазур. – Текст : непосредственный // Динамика систем, механизмов и машин. – 2012. – № 3. – С. 335–339.
5. Ventimiglia, U. A. Cost Efficiency Analysis of Flood Proofing Measures for Hydraulic Risk Mitigation in an Urbanized Riverine Area / U. A. Ventimiglia, A. Candela, G. T. Aronica. – DOI: 10.3390/w12092395. – Текст : непосредственный // Water. – 2020. – Т. 12, вып. 9. – С. 2395.
6. Rogers, D. P. Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services / D. P. Rogers, V. V. Tsirkunov. – Washington, DC : World Bank, 2013. – 163 с. – DOI: 10.1596/978-1-4648-0026-9. – Текст : непосредственный.
7. Глобальное потепление на 1,5 °C : Специальный доклад МГЭИК о последствиях глобального потепления на 1,5 °C выше доиндустриальных уровней и о соответствующих траекториях глобальных выбросов парниковых газов в контексте усиления глобального реагирования на угрозу изменения климата, устойчивого развития и

- усилий по искоренению нищеты / редакторы Валери Массон-Дельмонт, Панмао Чжай, Ганс Отто Пёртнер [и др.]. – [Б. м.] : МГЭИК, 2019. – 110 с. – Текст : непосредственный.
8. Васильев, О. Ф. Создание оперативного прогнозирования паводков / О. Ф. Васильев. – Текст : непосредственный // Вестник Российской Академии Наук. – 2012. – № 3. – С. 237–242.
  9. Прудченко, Е. С. Современное состояние гидротехнических сооружений / Е. С. Прудченко. – Текст : непосредственный // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. – 2013. – № 3. – С. 167–169.
  10. Наводнения : управление рисками для здоровья в европейских государствах-членах ВОЗ ; Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. – 2014. – 93 с. – URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/329519> (дата обращения: 29.03.2021). – Текст: электронный.

Получена 22.04.2021

Д. А. РОЗДОБУТЬКО, Ж. В. ІВАНОВА  
ОЦІНКА МЕТОДІВ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ, РОЗТАШОВАНИХ НА  
ЗАТОПЛЮВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ  
ФДБОУ ВО «Петербурзький державний університет шляхів сполучення Імператора  
Олександра I»

**Анотація.** Одним з найбільш частих і руйнівних стихійних лих в усьому світі є повені, що завдають значної шкоди і спричиняють людські жертви, загострюють екологічні проблеми. У даній статті наводиться аналіз причин виникнення повеней і їх наслідків. Розглядаються питання проектування і будівництва будівель, розташованих на затоплюваних і підтоплюваних територіях з урахуванням світової практики, а також питання ефективності застосування існуючих технологій і засобів захисту будівель від повеней, які набувають все більшого значення. Відзначається, що використання так званих традиційних методів захисту будівель від повеней, таких, як наприклад, дамби, необхідне з урахуванням додаткових заходів, включаючи, наприклад, розробку нових або актуалізацію існуючих будівельних норм, зонування території тощо, які спрямовані на зниження потенційного впливу повеней на будівлі, а також на зниження ризику економічних і екологічних втрат і загибелі людей.

**Ключові слова:** затоплювані території, природні катаклізми, методи захисту будівель.

DARYA ROZDOBUTKO, ZHANNA IVANOVA  
ASSESSMENT OF METHODS OF PROTECTION OF BUILDINGS LOCATED IN  
FLOODED AREAS  
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

**Abstract.** One of the most frequent and destructive natural disasters around the world is flooding, causing significant damage and loss of life, exacerbating environmental problems. This article analyzes the causes of floods and their consequences. The issues of design and construction of buildings located in flooded and flooded areas, taking into account world practice, as well as the effectiveness of the use of existing technologies and means of protecting buildings from floods, which are becoming increasingly important, are considered. It is noted that the use of so-called traditional methods of protecting buildings from floods, such as, for example, dams, is necessary taking into account additional measures, including, for example, the development of new or updating existing building codes, zoning of the territory, etc., which are aimed at reducing the potential impact of floods on buildings, as well as to reduce the risk of economic and environmental losses and loss of life.

**Key words:** flooded areas, natural disasters, methods of building protection.

**Роздобутько Дарья Андреевна** – магистрант кафедры здания ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» . Научные интересы: проектирование зданий и сооружений в районах с особыми природно-климатическими условиями и техногенными воздействиями.

**Иванова Жанна Васильевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры здания ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» . Научные интересы: проектирование зданий и сооружений в районах с особыми природно-климатическими условиями и техногенными воздействиями. Участие в разработке строительных норм Проектирования.

**Роздобутько Дар'я Андріївна** – магістрант кафедри будівлі ФДБОУ ВО «Петербурзький державний університет шляхів сполучення Імператора Олександра І». Наукові інтереси: проектування будівель і споруд в районах з особливими природнокліматичними умовами і техногенними впливами.

**Іванова Жанна Василівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівлі ФДБОУ ВО «Петербурзький державний університет шляхів сполучення Імператора Олександра І». Наукові інтереси: проектування будівель і споруд в районах з особливими природнокліматичними умовами і техногенними впливами. Участь у розробці будівельних норм проектування.

**Rozdobutko Darya** – Master's student, Buildings Department, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. Scientific interests: design of buildings and structures in areas with special climatic conditions and man-made impacts.

**Ivanova Zhanna** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Buildings Department, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. Scientific interests: design of buildings and structures in areas with special climatic conditions and man-made impacts. Participation in the development of building design standards